



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Biológicas

Escuela Profesional de Ciencias Biológicas

**Composición y fluctuación poblacional de la
araneofauna en el algodónero de la Universidad
Nacional Agraria La Molina**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Bióloga con mención en
Botánica

AUTOR

Laura Angelica CRUZ MENDOZA

ASESOR

Diana SILVA DÁVILA

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Cruz, L. (2017). *Composición y fluctuación poblacional de la araneofauna en el algodón de la Universidad Nacional Agraria La Molina*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Ciencias Biológicas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

1024



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

160

**ACTA DE SESIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGA CON MENCIÓN EN ZOOLOGÍA
(MODALIDAD: SUSTENTACIÓN DE TESIS)**


Siendo las 14:20 horas del 23 de agosto de 2017, en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Biológicas y en presencia del jurado formado por los profesores que suscriben, se dio inicio a la sesión para optar al Título Profesional de Bióloga con mención en **Zoología** de **LAURA ANGELICA CRUZ MENDOZA**.


Luego de dar lectura y conformidad al expediente N° 019-EPCB-2017, la titulando expuso su tesis: **"COMPOSICIÓN Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE LA ARANEOFAUNA EN EL ALGODONERO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA"**, y el Jurado efectuó las preguntas del caso calificando la exposición con la nota 19, calificativo: aprobado con máximos honores.


Finalmente, el expediente será enviado a la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas y al Consejo de Facultad para que se apruebe otorgar el Título Profesional de Bióloga con mención en **Zoología** a **LAURA ANGELICA CRUZ MENDOZA** y se eleve lo actuado al Rectorado para conferir el respectivo título, conforme a ley.

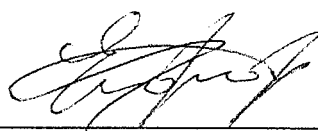
Siendo las 15:15 horas se levantó la sesión.

Ciudad Universitaria, 23 de agosto de 2017.


Blga. ALICIA DIESTRO DIESTRO
(PRESIDENTA)


Dra. DIANA SILVA DÁVILA
(ASESORA)


Mg. ESTHER COX RAMOS
(MIEMBRO)


Blga. ELIANA QUISPITUPAC QUISPITUPAC
(MIEMBRO)

*A mis padres, Victor y Luz, por su amor
y dedicación hacia mis hermanos y yo.*

*A mis hermanos, Alfonso y Karina, que entre
juegos y risas, hacen mis días más alegres.*

*A Javier Fernández, por su apoyo
incondicional y motivación.*

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora, Dra. Diana Silva, por sus valiosos consejos en el desarrollo de mi tesis.

A la profesora Clorinda Vergara, por sus grandes enseñanzas en mi formación profesional y personal.

A mis profesoras revisoras de tesis, Alicia Diestro, Esther Cox y Eliana Quispitúpac, por sus importantes recomendaciones para mejorar este trabajo.

A mis amigos y compañeros del Museo de Entomología “Klaus Raven Büller” de la Universidad Nacional Agraria La Molina, del Laboratorio de Entomología y de la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, de quienes aprendí mucho, y me alientan a seguir adelante y cumplir mis metas.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Importancia del algodón.....	3
2.2. La situación del algodón en el Perú.....	3
2.3. Clasificación taxonómica del algodón.....	5
2.4. Fenología del cultivo de algodón.....	5
2.5. Manejo agronómico del cultivo de algodón.....	6
2.6. Araneofauna de agroecosistemas en el Perú.....	9
2.6.1. Araneofauna en el cultivo de algodón.....	9
2.6.2. Araneofauna en otros cultivos.....	17
2.7. Clasificación de arañas de agroecosistemas en grupos funcionales (gremios).....	24
2.8. Técnicas de evaluación de la araneofauna.....	26
2.8.1. Búsqueda directa manual y con paraguas entomológico.....	27
2.8.2. Trampas de caída.....	28
2.9. Prácticas agronómicas y aplicación de plaguicidas en la araneofauna de agroecosistemas.....	29
2.9.1. Efecto de las prácticas agronómicas.....	30
2.9.2. Efecto de los plaguicidas.....	30
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	32
3.1. Hipótesis.....	32
3.2. Objetivos.....	32
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	33
4.1. Materiales.....	33
4.2. Metodología.....	33
4.2.1. Área de estudio.....	33
4.2.2. Fase de campo.....	33
4.2.2.1. Búsqueda directa.....	35
4.2.2.1.1. Manual.....	35
4.2.2.1.2. Paraguas entomológico.....	37
4.2.2.2. Trampas de caída.....	37
4.2.3. Fase de laboratorio.....	38
4.2.4. Identificación de arañas.....	39
4.2.5. Asignación de gremios.....	40
4.2.6. Análisis de datos.....	41
4.2.6.1. Riqueza específica.....	42
4.2.6.2. Índice de diversidad de Margalef.....	42
4.2.6.3. Índice de dominancia de Simpson.....	42
4.2.6.4. Índice de diversidad de Shannon-Wiener.....	43
4.2.6.5. Índice de diversidad de Chao 2.....	44
4.2.6.6. Índice de diversidad de Jackknife de segundo orden.....	44
4.2.6.7. Curvas de acumulación de especies.....	45

5. RESULTADOS.....	47
5.1. Diversidad y abundancia de arañas en el cultivo de algodón.....	47
5.2. Diversidad y abundancia de los gremios de arañas en el cultivo de algodón.....	59
5.3. Diversidad y abundancia de arañas por técnica de evaluación en el cultivo de algodón.....	62
5.3.1. Búsqueda directa.....	65
5.3.2. Trampas de caída.....	69
5.4. Fluctuación poblacional de la araneofauna en el cultivo de algodón.....	76
6. DISCUSIÓN.....	79
6.1. Diversidad y abundancia de arañas en el cultivo de algodón.....	79
6.1.1. Diversidad de las familias de arañas.....	89
6.1.2. Abundancia de las familias de arañas.....	92
6.1.3. Abundancia de las especies de arañas.....	95
6.1.4. Análisis de los índices de diversidad y de las estrategias de colecta en la araneofauna del cultivo de algodón.....	98
6.2. Diversidad y abundancia de los gremios de arañas en el cultivo de algodón.....	99
6.3. Efecto de las técnicas de colecta en la diversidad y abundancia de arañas en el cultivo de algodón.....	103
6.3.1. Efecto de la técnica de búsqueda directa.....	103
6.3.2. Efecto de la técnica de trampas de caída.....	105
6.4. Fluctuación poblacional de la araneofauna en el cultivo de algodón...	110
7. CONCLUSIONES.....	119
8. RECOMENDACIONES.....	121
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
10. ANEXOS.....	155

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1. Sinopsis de la araneofauna en el cultivo del algodón peruano en base a los trabajos realizados por Aguilar (1965 a 1988).....	14
Tabla 2. Familias y géneros de arañas más abundantes y sus insectos presas, plagas en el cultivo de algodón en Perú (Aguilar, 1988).....	16
Tabla 3. Arañas en el cultivo de algodón de la costa peruana. Porcentaje de individuos, por familias en algunos agroecosistemas de algodón (Aguilar, 1988).....	16
Tabla 4. Técnicas de evaluación de arañas en el cultivo de algodón.....	34
Tabla 5. Órganos evaluados en la planta de algodón según su etapa fenológica con la técnica de búsqueda directa de forma manual.....	36
Tabla 6. División por gremios de la araneofauna en el cultivo de algodón.....	40
Tabla 7. Lista de familias y especies de arañas registradas en el cultivo del algodón durante la campaña 2013 – 2014 en La Molina - Lima (World Spider Catalog, 2017)....	48
Tabla 8. Abundancia y distribución porcentual de arañas por familias en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014 en La Molina - Lima.....	51
Tabla 9. Abundancia y distribución porcentual de especies de arañas adultas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.....	53
Tabla 10. Abundancia de familias y especies de arañas por gremios, y abundancia de individuos (adultos y juveniles) y su distribución porcentual por familias para cada gremio y por gremios en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.....	60
Tabla 11. Abundancia de especies e individuos (y su distribución porcentual) por familias y técnicas empleadas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.....	63
Tabla 12. Abundancia y distribución porcentual de individuos en los gremios de arañas por técnicas empleadas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima	73
Tabla 13. Abundancia y distribución porcentual de individuos en las técnicas empleadas por gremios de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.....	73

FIGURAS

Figura 1. Desarrollo fenológico del cultivo de algodón.....	6
Figura 2. División del campo en cinco sectores para la evaluación del cultivo de algodón.....	34
Figura 3. División de la planta en tercios en la aplicación de la técnica de búsqueda directa de forma manual.....	36
Figura 4. Muestreo con paraguas entomológico en el cultivo de algodón.....	37
Figura 5. Distribución de trampas de caída por sector en el cultivo de algodón.....	38
Figura 6. Distribución porcentual y abundancia total de adultos y juveniles, y machos y hembras de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina – Lima (♂: machos y ♀: hembras).....	47
Figura 7. Riqueza de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 - 2014, en La Molina-Lima.....	50
Figura 8. Distribución porcentual de arañas por familias en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 - 2014 en La Molina - Lima.....	52
Figura 9. Distribución porcentual de las especies de arañas adultas más importantes en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina – Lima.....	54
Figura 10. <i>Misumenops</i> sp.1 (Thomisidae), vista dorsal del habitus, A: hembra, B: macho.....	55
Figura 11. <i>Zelotes laetus</i> (Gnaphosidae), vista dorsal del habitus, A: hembra, B: macho.....	56
Figura 12. <i>Theridion volubile</i> (Theridiidae), vista dorsal del habitus, A: hembra, B: macho.....	56
Figura 13. Distribución porcentual de individuos adultos y juveniles por familias en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 214 en La Molina - Lima.....	57
Figura 14. Curva de acumulación de especies de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 - 2014, en La Molina - Lima.....	58
Figura 15. Número de familias y especies de arañas por gremios en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.....	61
Figura 16. Distribución porcentual de individuos por gremios de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.....	62
Figura 17. Número de especies y familias de arañas capturadas por técnicas empleadas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.....	64

Figura 18. Distribución porcentual y abundancia de arañas capturadas por técnicas empleadas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina – Lima.....	64
Figura 19. Riqueza de arañas en la técnica de búsqueda directa en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina – Lima	66
Figura 20. Distribución porcentual de arañas por familias capturadas en la técnica de búsqueda directa en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina – Lima	67
Figura 21. Distribución porcentual de las especies de arañas adultas más importantes colectadas en la técnica de búsqueda directa en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina – Lima.....	68
Figura 22. Curva de acumulación de especies de arañas registradas en la técnica de búsqueda directa en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina – Lima	68
Figura 23. Riqueza de arañas en la técnica de trampas de caída en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina – Lima	70
Figura 24. Distribución porcentual de arañas por familias capturadas en la técnica de trampas de caída en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina – Lima	71
Figura 25. Distribución porcentual de las especies de arañas adultas más importantes colectadas en la técnica de trampas de caída en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina – Lima.....	72
Figura 26. Curva de acumulación de especies de arañas registradas en la técnica de trampas de caída en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina – Lima	72
Figura 27. Distribución porcentual de los gremios de arañas por técnicas empleadas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina – Lima.....	74
Figura 28. Distribución porcentual de individuos en las técnicas empleadas por gremios de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima	75
Figura 29. Fluctuación poblacional de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima	78

RESUMEN

En la actualidad se está tomando conciencia sobre la importancia de la araneofauna como parte fundamental de la fauna benéfica en los agroecosistemas. Asimismo, el cultivo de algodón peruano es muy bien conocido por el control eficiente y diversidad de sus enemigos naturales, como las arañas.

Se estudió la composición y fluctuación de la araneofauna en un cultivo de algodón de la variedad Tangüis (cultivar UNA N°1), desde la emergencia de las plántulas hasta la cosecha, durante la campaña noviembre 2013 - julio 2014 en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Para la evaluación se dividió el campo en cinco sectores de 3000 m² cada uno y se realizaron dos tipos de muestreo: búsqueda directa (manual y paraguas entomológico) (24 plantas por sector, en total 120 plantas evaluadas) y trampas de caída (dos trampas por sector, en total 10 trampas instaladas), siendo las colectas cada siete días, entre las 6 y 12 horas.

Se registró 2304 individuos, entre adultos y juveniles, representando 50 especies, distribuidas en 18 familias. La familia más diversa fue Linyphiidae (8 especies) y la más abundante Thomisidae (938 individuos). La especie más abundante fue *Misumenops* sp.1 (Thomisidae) (93 individuos). El gremio más diverso fue el de las Tejedoras (20 especies y 7 familias) y el más abundante fue el de las Cazadoras al acecho (942 individuos).

La búsqueda directa y el uso de trampas de caída fueron técnicas eficientes para la evaluación de la araneofauna en el cultivo. El método de trampas de caída capturó una mayor diversidad de arañas (36 especies y 15 familias), mientras que la búsqueda directa registró una mayor abundancia (1857 individuos).

La densidad poblacional de arañas mantuvo un crecimiento fluctuante pero continuo en relación al progreso de la fenología del cultivo de algodón, disminuyendo hacia el final de éste. Las prácticas agronómicas afectaron en diversos grados la abundancia de arañas en el cultivo, siendo más dañinas el agoste de las plantas y la cosecha. Por último, el efecto de la aplicación de insecticidas dependió del grado de su selectividad, siendo el insecticida conteniendo clorpirifos el más dañino (de amplio espectro) para la araneofauna, donde se obtuvo una drástica reducción poblacional.

Palabras claves: araneofauna, gremio de arañas, fluctuación poblacional, prácticas agronómicas, cultivo de algodón.

ABSTRACT

At present, awareness is being raised about the importance of spiders as a fundamental element of the beneficial fauna in agroecosystems. Likewise, Peruvian cotton crop is very well known for the efficient control and diversity of its natural enemies, such as spiders.

Spider community composition and fluctuation was studied in a cotton crop of Tangüis variety (cultivar UNA N° 1), from seedlings' emergence until harvest, during the period of November 2013 - July 2014 at Universidad Nacional Agraria La Molina. For the assessment, the field was divided into five sectors of 3000 m² each one. Direct search (manual and beating tray) (24 plants per sector, total of 120 plants) and pitfall traps (two traps per sector, total of 10 traps installed) were used as sampling techniques. Collections were made every seven days, between 6 and 12 hours.

Results show 2304 individuals, adult and juvenile specimens, representing 50 species (distributed in 18 families). The most diverse family was Linyphiidae (8 species) and the most abundant Thomisidae (938 individuals). The most abundant species was *Misumenops* sp.1 (Thomisidae) (93 individuals). The most diverse guild was Weavers (20 species and 7 families) and the most abundant guild was represented by the Stalking hunters (942 individuals).

Direct search and pitfall traps were efficient techniques for assessing spiders in the cotton crop. Pitfall traps captured a greater diversity of spiders (36 species and 15 families), while direct search resulted in a greater abundance (1857 individuals).

Population density of spiders maintained a fluctuating but continuous growth according to the progress in the phenology of the cotton crop, decreasing towards the end.

Agronomic practices affected in various degrees the abundance of spiders in the cotton crop, wither and harvest were the most harmful agronomic practices. Finally, the effect of insecticide application depended on its selectivity degree, the most harmful (broad spectrum) for spider was the insecticide containing chlorpyrifos, due to a drastic population reduction.

Keywords: spiders, spider guilds, population fluctuation, agronomic practices, cotton crop.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el algodón es uno de los cultivos más infestados por plagas (Beingolea, 1959), por lo que se aplican más plaguicidas (CCI, 2007).

Los principales plaguicidas utilizados para el algodón son relativamente baratos y de amplio espectro, pero muy perjudiciales para los insectos benéficos, además, su poder residual es un problema importante para el ambiente (CCI, 2007). No obstante, en el Perú se da un caso único en el mundo, ya que por la naturaleza de sus valles, la mayoría de las plagas del algodón son controladas eficientemente por sus enemigos naturales (Beingolea, 1959). Sería difícil mantener la producción de algodón sin el impacto regulador de las especies benéficas (Herrera, 1987).

El principal insumo de la industria textil en nuestro país es la fibra de algodón, y en menor proporción las fibras sintéticas. El cultivo del algodón genera demanda en muchos sectores: agrícola, textil (Perú es uno de los pocos países a nivel mundial que tiene gran parte de su industria textil totalmente integrada, desde el desmote hasta la confección), química, alimenticia, plásticos, etc. (Angulo, 2004). La cadena productiva del algodón posee la capacidad de generación de empleo a lo largo de su proceso productivo desde el campo hasta los mercados internacionales (Salazar, 2012).

Las arañas constituyen uno de los grupos depredadores más abundantes de los ecosistemas terrestres, considerados polívoros o generalistas (Bristowe, 1941, 1971), por lo que no podrían ser eficientes controladores de una plaga determinada (Debach & Rosen, 1991). Sin embargo, se evidenció resultados discrepantes de su eficiencia en diversos cultivos, siendo utilizados exitosamente como agentes de biocontrol en dos agroecosistemas: huertos (principalmente de manzano) en Israel, Europa, Australia y Canadá, y arroz en Asia (Mansour *et al.*, 1980; Marc, 1993b; Zhao, 1993; Maloney *et al.*, 2003).

Marc y Canard (1997) redefinieron la importancia de las arañas en el agroecosistema, especificando que si se toma en cuenta sus estrategias de caza y localización en la vegetación, pueden considerarse como depredadoras especialistas. Así mismo indican que no todas las especies de arañas son útiles contra una plaga particular, pero considerando su diversidad podrían ser importantes para controlar diversas plagas.

Aguilar (1965, 1968, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978a, 1978b, 1979a, 1979b, 1988) realizó importantes contribuciones al conocimiento de la araneofauna en cultivos de algodón a lo largo de la costa peruana, donde resaltó su importancia (haciendo referencia a su diversidad, preferencia de localización en el cultivo y casos particulares de depredación sobre plagas), por ello, enfatizó el valor de continuar estas investigaciones y así, conocer el rol de las arañas y las especies de mayor importancia en éste y otros cultivos en nuestro país. Sin embargo, el esfuerzo de evaluación no se ejecutó de manera exhaustiva, sin realizar un seguimiento continuo y detallado de la araneofauna durante toda la fenología del cultivo (efectuando pocas evaluaciones por campaña, en su mayoría con un solo método de evaluación y en un número pequeño de plantas), por lo tanto, sin determinar en detalle la influencia del desarrollo del cultivo y las prácticas agronómicas en la comunidad de arañas.

Teniendo en cuenta a las arañas como un componente importante de la fauna benéfica del cultivo, y tratando de promover el interés para que se realicen más investigaciones de este fascinante grupo de artrópodos en otros agroecosistemas, la finalidad de esta investigación será evaluar en forma exhaustiva la composición y fluctuación de la comunidad de arañas en los algodones de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Importancia del Algodón

Por mucho tiempo el algodón fue el cultivo industrial más importante; proporcionó aproximadamente el 80% de las fibras naturales y hasta el 50% de textiles en el mundo, a pesar de la competencia con las fibras sintéticas (Thompson, 1994); y ocupó el quinto lugar a nivel mundial como fuente de satisfacción de las necesidades (Basurto, 1993). Su principal producto es la fibra para la producción de prendas de vestir, pero también proporciona la semilla para la industria aceitera y la alimentación del ganado. La planta pertenece al género *Gossypium*, y las especies más importantes cultivadas para fibra son *G. hirsutum* y *G. barbadense*, con una producción mundial del 90% y 5% respectivamente (FAO, 2009).

2.2. La Situación del Algodón en el Perú

Perú es uno de los centros de origen de algodón más importantes en el mundo. *Gossypium barbadense* se originó en Sudamérica, en la zona noroeste del continente, abarcando la parte actual del norte de Perú y sur de Ecuador. El algodón fue domesticado y cultivado por los antiguos peruanos en la costa norte y central del Perú entre 5,000 y 2,500 años a.C (McGregor, 1976).

En nuestro país, el algodón se cultiva principalmente a lo largo de la costa; la especie más importante es *G. barbadense* con las variedades Tangüis, Pima, Áspero y País (algodón nativo); en menor proporción la especie *G. hirsutum* con la variedad Del Cerro, y por último, el híbrido Hazera (La Revista Agraria, 2009; Ministerio de Agricultura, 2013). Las variedades más importantes son Tangüis y Pima, representando aproximadamente el 90% de la producción nacional, siendo la primera más importante

por su mayor utilización en la industria textil, manejo industrial más sencillo y extensión de sembrío (Angulo, 2004).

Décadas atrás, el algodón fue un importante motor del agro peruano, se producía mayores cantidades de las que hoy se produce y era el principal cultivo de exportación (Agro Enfoque, 1998). A nivel mundial, las principales marcas de ropa preferían el algodón peruano por su excepcional calidad y altos rendimientos (Ortiz, 2009). Luego del auge, comenzó su disminución precipitosamente. En 1960 el área sembrada alcanzaba 220 mil hectáreas (La Revista Agraria, 2009), y en el 2009 llegó a menos de 30 mil hectáreas (Ortiz, 2009). En 1950 aportaba el 63% de las exportaciones agropecuarias y ocupaba el primer puesto, mientras que en el 2000 aportó el 1% y ocupó el 14° puesto. La pérdida de importancia del cultivo de algodón en la economía peruana tuvo diversas causas, siendo la principal el rezago del avance tecnológico que experimentó en las últimas décadas debido a la reforma agraria impuesta por el general Juan Velasco Alvarado en 1969 (Brenes *et al.* 2001).

2.3. Clasificación Taxonómica del Algodón

Clasificación taxonómica del 'algodón' *Gossypium barbadense*, según Cronquist (1981):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida (Dicotyledoneae)

Subclase: Dilleniidae

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: *Gossypium*

Especie: *Gossypium barbadense*

Variedad: Tangüis

2.4. Fenología del Cultivo de Algodón

El periodo vegetativo del cultivo de algodón comprende la distribución siguiente (Basurto, 1993):

- Emergencia (5 a 20 días después de la siembra).
- Estadío de plántula (30 a 50 días después de la siembra), hasta realizar el desahije.
- Estadío de planta juvenil (55 a 80 días después de la siembra), hasta la aparición de los primeros botones florales.

- Inicio de la floración (75 a 110 días después de la siembra), entre la apertura de las primeras flores.
- Floración plena y bellotamiento (formación y llenado de bellotas) (155 a 210 días después de la siembra).
- Inicio de la apertura de bellotas (maduración de bellotas) (175 a 210 días después de la siembra).

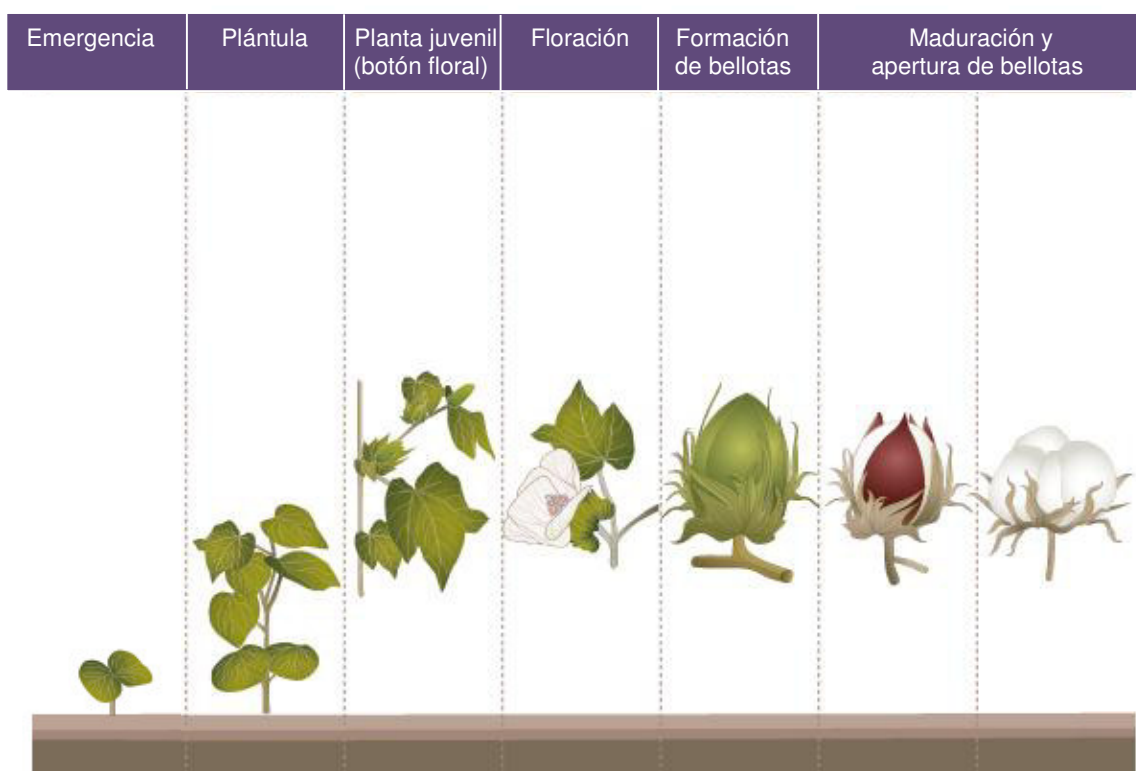


Figura 1. Desarrollo fenológico del cultivo de algodón

2.5. Manejo Agronómico del Cultivo de Algodón

En el cultivo de algodón se realizan las prácticas agronómicas siguientes (por orden cronológico):

La primera labor es el **riego por machaco**, el cual consiste en un riego 'pesado' o abundante en el campo sin sembrar. El objetivo de éste es la germinación de las semillas de malezas (para luego ser eliminadas en la preparación del terreno), la muerte por

asfixia de las larvas o pupas de insectos plagas dentro del suelo, y la obtención de la humedad necesaria para garantizar la uniforme germinación de la semilla después de la siembra (Basurto, 1993; Veramendi y Lam, 2011).

La **preparación del terreno**, en el cual se realiza la labranza del campo, su finalidad es lograr una adecuada aireación y humedad del suelo que permita la buena germinación de la semilla de algodón, además de eliminar mecánicamente las larvas o pupas de insectos plagas en el suelo y las semillas emergidas de malezas por el riego de machaco, y así evitar futuros problemas con la emergencia de éstas (Basurto, 1993; Veramendi y Lam, 2011).

La **siembra**, donde se dará inicio a la futura germinación de la semilla de algodón y al desarrollo de la planta, con un distanciamiento adecuado (1.20 m entre surcos y 0.40 m entre golpes) y con la colocación de 4 a 5 semillas por golpe en el suelo. La siembra se debe realizar de acuerdo al reglamento del cultivo de algodón peruano, donde se registran fechas límites de siembra para cada valle algodonoero, siendo para las provincias de Lima del 15 de julio al 30 de setiembre (Basurto, 1993; Veramendi y Lam, 2011). Este reglamento fue desarrollado por el desastre ecológico ocurrido por el uso indiscriminado de insecticidas orgánicos de síntesis (1947 - 1956) en los cultivos de algodón del valle de Cañete, con el fin del potenciamiento del manejo integrado de plagas en el cultivo de algodón peruano (Herrera, 2010).

El **desahije**, el cual consiste en la extracción y eliminación de algunas plántulas de algodón en el campo (aquellas menos vigorosas, enfermas o dañadas por los insectos), con la finalidad de evitar la competencia entre ellas (dejando solamente dos plántulas por punto de siembra). Esta práctica debe realizarse cuando las plantas tengan de 4 a 5 hojas verdaderas (35 a 45 días después de la germinación), cuando no tengan mayor

peligro de mortandad por alguna enfermedad o plaga (Basurto, 1993; Veramendi y Lam, 2011).

La **fertilización**, es la incorporación del abono al terreno, con el objetivo de proporcionar los nutrientes necesarios para el mejor desarrollo de las plantas, y con ello, incrementar el rendimiento del cultivo. El algodón es muy exigente en nitrógeno, a diferencia del fósforo y potasio, los cuales varían de acuerdo al tipo de suelo (Basurto, 1993; Veramendi y Lam, 2011).

El **riego**, es una de las prácticas agronómicas más importantes en el cultivo de algodón, de allí el dicho: '*saber cultivar algodono es saber regar*'. El exceso de agua como su deficiencia son perjudiciales, ocasionando un desequilibrio fisiológico a la planta y provocando la caída de botones, flores o bellotas. Estos riegos son ligeros (a diferencia del riego por machaco), con una frecuencia de 20 a 25 días, de acuerdo al tipo de suelo (Basurto, 1993; Veramendi y Lam, 2011).

El **despunte**, el cual consiste en la eliminación de la yema terminal de las plantas, tiene como finalidad evitar el crecimiento excesivo en su altura y estimular el desarrollo de las ramas fruteras y la maduración de las bellotas (Basurto, 1993; Veramendi y Lam, 2011).

La **cosecha**, se realiza generalmente en dos o tres pañas, donde se recoge el fruto del algodón y se les coloca en sacos de tela del mismo material. El primer apañamiento debe realizarse cuando el campo posee un 50-60% de bellotas abiertas (Basurto, 1993; Veramendi y Lam, 2011).

La **matada y quema**, donde se procede a la eliminación de todas las plantas de algodón en el campo y a la quema inmediata de estos residuos, permitirán un periodo de campo limpio (dos meses como mínimo) según la reglamentación del cultivo, con el objetivo de

eliminar insectos plagas y evitar la infestación temprana de las mismas en la siguiente campaña de algodón (Basurto, 1993; Veramendi y Lam, 2011).

2.6. Araneofauna de Agroecosistemas en el Perú

2.6.1. Araneofauna en el cultivo de algodón

Diversos investigadores han contribuido en el conocimiento de la diversidad y comportamiento depredador de las arañas hacia los insectos plaga en el cultivo de algodón en el Perú. Uno de los primeros fue Wille (1952), quien mencionó a las arañas como importantes depredadoras del ‘gusano de la hoja del algodonero’ *Anomis texana*. Beingolea (1959) determinó la presencia de arañas en los cultivos de algodón, maíz y papa, además de los bordes de acequia con vegetación silvestre y asilvestrada, donde observó a diferentes especies atacándose unas a otras y consumiendo insectos benéficos como chinches de la familia Miridae, avispas útiles de diferentes especies y moscas de la familia Tachinidae. Lobatón (1959) encontró varias familias de arañas como enemigos naturales de *Mescinia peruella* en el valle de Pisco - Ica, llegando a contar hasta 20 arañas por mata a fines de abril. Martin (1959, 1960) reconoció a muchas familias de arañas atacando casi todos los estados del ‘gusano perforador de hojas’ *Bucculatrix* en el valle de Chira - Piura, perteneciendo varias especies a las familias Salticidae y Lycosidae, siendo esta última la principal. Herrera (1961) elaboró una lista de las especies benéficas que ocurren frecuentemente en los algodones cultivados en Perú, en ella citó a las familias Lycosidae (*Lycosa* sp.), Salticidae (*Attus* sp.) y Thomisidae (*Misumena* sp.), e indicó a *Lycosa* sp. como depredadora de *Anomis texana*, *Alabama argillacea*, *Heliothis virescens*, *Mescinia peruella* y otros lepidópteros más.

Beingolea (1962) incluyó a las familias Thomisidae (*Misumena* sp.), Salticidae (*Attus* sp.), y Lycosidae (*Lycosa* sp.) en la lista de enemigos naturales de *Anomis texana* en la costa del Perú, reconociendo a *Misumena* sp. como una de las arañas más predominantes en los valles de Chillón y Rímac - Lima hasta Ica, y también otra especie abundante probablemente de la familia Clubionidae, pero que no incluyó en la lista debido a la incertidumbre de su reconocimiento. González (1962) determinó una gran diversidad de arañas en el valle de Tambo - Arequipa, encontrando que un tipo de araña que teje sus redes debajo de las plantas podía atrapar hasta 8 larvas de gusano de tierra por mata y a adultos de *Heliothis*, *Anomis*, *Epinotia*, etc. Herrera (1963) señaló a varias especies de arañas como enemigos naturales del chinche controlador del algodón *Rhinacloa* (atacando ninfas y adultos). Herrera y Alvarez (1979) elaboraron una relación de los enemigos naturales de *Bucculatrix thurberiella* en el Perú, dentro de la cual, registraron 4 familias de arañas: Salticidae (*Phiale crocuta*), Theridiidae (*Theridion* spp., *Theridula* sp.), Anyphaenidae (*Anyphaena* sp.) y Lycosidae (*Lycosa* sp.), además, de sus observaciones en Piura y Chira destacaron que la actividad depredadora de las arañas merece una mención especial, donde encontraron 3 familias y 4 especies, siendo más frecuentes algunas especies de los géneros *Theridion* y *Theridula* (que consumían larvas grandes de *Bucculatrix*).

En 1980, Aguilar y Lamas mencionaron en forma más específica la actividad depredadora de las arañas en diversas plagas del algodón: Anyphaenidae (*Anyphaena* sp. y *Aysha* sp.), Araneidae (*Gasteracantha raimondii*), Clubionidae (*Clubiona* sp.), Lycosidae (*Lycosa* sp.), Oxyopidae (*Oxyopes* sp. y *Peucetia* sp.), Salticidae (*Phiale crocuta* y *Phiale* sp.), Theridiidae (*Achaearanea tepidariorum*, *Steatoda andina*, *Theridion calcynatum*, *Theridion rufipes*, *Theridion* sp., *Theridula gonygaster*, *Theridula nigerrima* y *Theridula* sp.) y Thomisidae (*Misumenops amabilis*, *Misumenops variegatus* y *Misumenops* sp.) hacia *Aphis gossypii*, *Gossypina glauca*, *Phenacoccus gossypii*, *Pseudococcus neomaritimus*, larvas de *Anomis texana*, *Anthonomus vestitus*,

Argyrotaenia sphaleropa, *Bucculatrix thurberiella*, *Heliothis virescens*, *Mescinia peruella*, *Platynota* sp., *Tallula atramentalis*, y adultos de *Bucculatrix thurberiella*.

Korytkowski (1981), citado por Aguilar (1988), en Lambayeque, registró 17.9% de arañas del total de depredadores en el algodón. Sarmiento (1992) citó a 19 familias y 27 especies de arañas en el algodón en Perú: Anyphaenidae (*Anyphaena* sp. y *Aysha* sp.), Araneidae (*Gasteracantha Raimondi* y *Gasteracantha* sp.), Clubionidae (*Chiracanthium* sp. y *Clubiona* sp.), Gnaphosidae (*Gnaphosa* sp.), Linyphiidae (*Meioneta* sp.), Oxyopidae (*Oxyopes* sp. y *Peucetia* sp.), Lycosidae (*Lycosa* sp.), Salticidae (*Beata* sp., *Dendriphantes* sp., *Hassarius adansonii*, *Hassarius* sp., *Metaphidippus* sp., *Phiale cocruta* y *Phiale orvillei*), Tetragnathidae (*Leucage* sp.), Theridiidae (*Theridion calcynatum*, *Theridion* sp., *Theridula gonygaster* y *Theridula* sp.) y Thomisidae (*Misumena* sp., *Misumenoides* sp., *Misumenops amabilis* y *Misumenops* sp.). Sánchez y Vergara (1995) al evaluar la fluctuación de *Anomis texana*, *Anthonomus vestitus*, *Heliothis virescens* y *Pectinophora gossypiella* en el valle de Cañete - Lima, mencionaron a las arañas en general (varias familias y especies) como unos de los depredadores más frecuentes.

En el valle de Cañete - Lima, Aguilar (1979b) y Rondón (1999) registraron los artrópodos de suelo con trampas de caída en el cultivo de algodón. Aguilar (1979b) registró 3 familias de arañas: Clubionidae (más abundantes), Lycosidae y Gnaphosidae (menos abundantes); además, señaló que *Lycosa*, por ser robusta y activa podría considerarse como la de mayor actividad depredadora, pero a la vez no hay datos precisos que lo corroboren, y resaltó que la mayoría de los ejemplares colectados no fueron especies frecuentes en follaje. Rondón (1999) determinó 3 familias y 4 especies de arañas: Anyphaenidae (*Anyphaena* sp., 2 morfoespecies), Linyphiidae (*Bathyphantes* sp.), y Lycosidae (*Pardosa* sp.); donde *Bathyphantes* sp. (Linyphiidae) fue uno de los depredadores más abundantes de la artropodofauna epigea.

Aguilar, ha sido el investigador más importante en el estudio de este fascinante grupo en el agroecosistema de algodón en Perú, por sus publicaciones desde 1965 hasta 1988 (Aguilar, 1965, 1968, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978a, 1978b, 1979a, 1979b, 1988). Él realizó sus investigaciones a lo largo de la costa norte y central en diversos valles de algodón (Asia, Cañete, Chancay, Chilca, Chillón, Chira, Huaral, Huaura, Irrigación Santa Rosa, Lambayeque, Lurín, Mala, Piura, Rímac y San Lorenzo), encontrando de 10 a 30 arañas por mata (planta), y estimando sus poblaciones entre 60,000 a 600,000 individuos aproximadamente por hectárea, por ello, destacó a las arañas como un grupo depredador importante de insectos en el algodón. Como resultado, Aguilar (1977, 1988) registró 50 especies de arañas (distribuidas en 17 familias), reconoció el tipo de hábitat y comportamiento, y además desarrolló una llave para identificarlas; sin embargo, según la clasificación actual del Orden Araneae (World Spider Catalog, 2017), se han realizado algunos cambios en las categorías taxonómicas que Aguilar detalló (Tabla 1). En esta diversidad de araneofauna, Aguilar (1988) citó 11 familias y 20 géneros de arañas más abundantes, donde constató la acción depredadora en varios insectos plaga del algodón (Tabla 2) y la abundancia relativa en la mayoría de los valles estudiados (Tabla 3).

Aguilar (1968) señaló que usualmente en las arañas no se puede definir una relación directa depredador-presa porque depredan insectos plaga, insectos benéficos (observó a las familias Thomisidae, Salticidae, Theridiidae y Oxyopidae depredando *Rhinacloa*, *Nabis*, *Geocoris*, *Hyalochloria*, *Zelus*, Syrphidae y Tachinidae), insectos que no afectan al algodón y a las de su mismo orden; por ello, argumentó de manera general que la abundancia de presas permite el incremento de arañas, y aún no se ha podido demostrar la respuesta numérica real de las arañas sobre una presa en particular.

Aguilar (1977) concluyó que aunque es difícil demostrar con precisión el rol de las arañas, éstas desempeñan un papel complementario importante en la regulación de las poblaciones plaga por los motivos siguientes: primero, comprobó que existen altas

poblaciones de arañas en el algodón que probablemente deben consumir un número significativo de presas. Segundo, por las situaciones de equilibrio natural alcanzadas en el cultivo presumiblemente las arañas actúan en conjunto con los controladores específicos. Y tercero, recalcó que en la costa peruana, la escasez notable de presas durante el invierno permitiría la posibilidad de una respuesta funcional y numérica de las poblaciones de arañas en plantas aledañas al cultivo de algodón.

Aguilar (1977, 1988) realizó una evaluación parcial de la araneofauna en el cultivo de algodón, efectuando como máximo 5 evaluaciones por campaña, en su mayoría con una sola técnica de evaluación (búsqueda directa con paraguas entomológico) y en un número pequeño de plantas (10 plantas por campo), por lo que no se evaluó específicamente la influencia del desarrollo del cultivo y de las prácticas agronómicas en la comunidad de arañas.

La finalidad de esta investigación es evaluar en forma exhaustiva la composición y fluctuación de la comunidad de arañas en el cultivo de algodón, y analizar en detalle la influencia de la fenología del cultivo y las prácticas agronómicas en ella.

Tabla 1. Sinopsis de la araneofauna en el cultivo del algodón peruano en base a los trabajos realizados por Aguilar (1965 a 1988).

Comportamiento		Familia	Género y/o especie	Características particulares
Cazadoras directas (sólo tejen para guarecerse y para sus ovisacos), hacen sus nidos sobre las plantas	Nocturnas	De follaje (En el día escondidas en sus cubiertas de seda como hojas plegadas, dentro de órganos de fructificación o bajo cortezas)	<i>Anyphaena</i> sp.	Dentro de botones y bellotas
			<i>Anyphaenoides pacifica</i> *	Sobre toda la planta
			<i>Aysha</i> sp.	Hojas y brotes terminales
		Clubionidae	<i>Clubiona</i> sp.	Dentro de botones, flores y bellotas
		Eutichuridae*	<i>Cheiracanthium</i> sp.	Dentro de botones, flores y bellotas
		Terrestres (poca frecuencia en follaje)	<i>Lycosa</i> spp.	En el día bajo terrones, en la noche sobre planta, hojas, dentro de botones y bellotas
			<i>Pardosa</i> sp.	
		Gnaphosidae	<i>Herpyllus</i> sp.	Bajo corteza de árboles
	Diurnas	Perseguidoras (Persiguen sus presas por toda la planta)	<i>Beata</i> sp.	Además se encuentran en vegetación de borde y debajo de malas yerbas amontonadas.
			<i>Bellota</i> sp.	
			<i>Dendryphantes</i> sp.	
			<i>Eris</i> sp.	
			<i>Hasarius adansoni</i>	
			<i>Hyetussa</i> sp.	
			<i>Metaphidippus</i> sp.	
			<i>Frigga crocuta</i> *	
			<i>Sassacus</i> sp.	
		Oxyopidae	<i>Oxyopes salticus</i> *	Hojas y brotes terminales
			<i>Oxyopes</i> sp.	
			<i>Peucetia</i> sp.	
		Al acecho	<i>Misumena</i> sp.	En terminales, hojas, flores y frutos. En la noche están cerca de su nido cuidándolo.
			<i>Misumenoides</i> sp.	
			<i>Misumena amabilis</i> *	
			<i>Misumenops variegatus</i>	

Tejedoras de tela para cazar (capturan presas que quedan adheridas en los hilos de su red)	Aéreas	Tejen sólo a nivel de órgano (hojas, brotes) y no entre ramas de una planta, también en pequeñas grietas u hojarasca del suelo	Linyphiidae	<i>Agyneta</i> sp.*	Brotes y hojas
				<i>Grammonota</i> sp.	-
			Dictynidae	<i>Dictyna</i> sp.	Brotes y hojas
		Tejen entre las ramas de una planta o entre 2 filas de plantas	Theridiidae	<i>Parasteatoda tepidariorum</i> *	Entre ramas
				<i>Anelosimus</i> sp.	Principalmente vegetación de borde
				<i>Latrodectus mactans</i>	Bajo piedras, pie de tapias y plantas
				<i>Phoroncidia</i> sp.	
				<i>Steatoda andina</i>	Entre ramas inferiores y tallos, adultos nocturnos (en el día bajo terrones), y juveniles dentro de botones y bellotas
				<i>Theridion calcynatum</i>	Sobre y debajo de hojas, terminales
				<i>Nesticodes rufipes</i> *	-
				<i>Theridion</i> spp.	-
				<i>Theridula gonygaster</i>	Hojas y terminales, en plantadas, al inicio del cultivo y en vegetación de borde
			<i>Theridula nigerrima</i>		
			Tetragnathidae	<i>Leucauge</i> sp.	A diferentes alturas de la planta
				<i>Tetragnatha nitens</i> *	-
	<i>Tetragnatha</i> sp.			-	
	Pholcidae	<i>Pholcus</i> sp.	Ramas bajas		
	Araneidae	<i>Argiope</i> sp.	-		
		<i>Argiope argentata</i>	Vegetación de borde		
		<i>Cyclosa triquetra</i> *	-		
		<i>Gasteracantha cancriformis</i>	Juveniles dentro de botones, flores y bellotas (vegetación interna)		
		<i>Neoscona</i> spp.	Vegetación de borde		
Terrestres	Sedentarias (Nido tubular)	Filistatidae	<i>Filistata</i> sp.	-	
		Segestriidae	<i>Ariadna</i> sp.	Nocturnas, tapias y cercos al borde de campos	
	Errantes	Sicariidae*	<i>Loxosceles laeta</i>	Hendiduras entre tapias y cercos	

*Con las categorías taxonómicas corregidas (World Spider Catalog, 2017), (-): No dio información.

Tabla 2. Familias y géneros de arañas más abundantes y sus insectos presas, plagas en el cultivo de algodón en Perú (Aguilar, 1988).

Familias	Géneros	Insectos plaga del algodonoero
Anyphaenidae	<i>Aysha</i> spp. <i>Anyphaena</i> spp.	<i>Alabama</i> , <i>Anomis</i> , <i>Anthonomus</i> , <i>Argyrotaenia</i> , <i>Bucculatrix</i> , <i>Heliothis</i> , <i>Mescinia</i> , <i>Platynota</i> , <i>Tallula</i>
Clubionidae	<i>Clubiona</i> spp.	
Eutichuridae	<i>Cheiracanthium</i> spp.	
Salticidae	<i>Frigga</i> spp. <i>Metaphidippus</i> sp. <i>Hasarius</i> sp. <i>Dendryphantes</i> sp.	<i>Alabama</i> , <i>Anomis</i> , <i>Argyrotaenia</i> , <i>Bucculatrix</i> , <i>Heliothis</i> , <i>Mescinia</i> , <i>Platynota</i> , <i>Tallula</i>
Thomisidae	<i>Misumenops</i> spp. <i>Misumenoides</i> sp. <i>Misumena</i> sp.	
Theridiidae	<i>Theridion</i> spp. <i>Theridula</i> spp.	
Araneidae	<i>Gasteracantha</i> spp.	<i>Heliothis</i>
Linyphiidae	<i>Agyneta</i> sp.	<i>Bucculatrix</i>
Oxyopidae	<i>Oxyopes</i> spp. <i>Peucetia</i> spp.	<i>Heliothis</i> , <i>Mescinia</i> , <i>Tallula</i>
Lycosidae	<i>Lycosa</i> spp.	<i>Anomis</i> (prepupas), varios (faltan datos más precisos)
Tetragnathidae	<i>Leucage</i> spp.	
Gnaphosidae	<i>Gnaphosa</i> spp.	

*Con las categorías taxonómicas corregidas (World Spider Catalog, 2017).

Tabla 3. Arañas en el cultivo de algodón de la costa peruana. Porcentaje de individuos, por familias en algunos agroecosistemas de algodón (Aguilar, 1988).

Familias	Piura *	Huaura	Huaral	Chillón	Rímac	Mala **	Cañete
1. Anyphaenidae *** +Clubionidae	74	48	63	50	59	44	67
2. Salticidae	9	10	5	8	22	8	13
3. Thomisidae	6	23	6	16	16	16	8
4. Theridiidae	3	14	8	6	2	5	2
5. Linyphiidae	1	-	15	14	-	21	-
6. Araneidae	5	2	-	-	-	1	4
7. Lycosidae	0.8	-	0.5	1	0.5	1	-
8. Oxyopidae	0.5	1	1	2	-	1	1
9. Tetragnathidae	0.2	1	1	1	-	2	5
10. Gnaphosidae	0.2	-	0.5	1	-	1	-

* Incluye colecciones cortas efectuadas en Chira, Piura y Lambayeque.

** Incluye colecciones en Mala, Asia y Chilca.

*** Se han incluido las dos familias, por la imposibilidad de diferenciar los juveniles Al momento del conteo.

(-): No dio información.

2.6.2. Araneofauna en otros cultivos

Existen muy pocos estudios específicos de la araneofauna en otros agroecosistemas en nuestro país, como su diversidad y capacidad depredadora hacia los insectos plaga en cultivos anuales y perennes. Los trabajos que se mencionan a continuación son, en su mayoría, observaciones generales de la presencia de las arañas en los campos agrícolas, además de algunos trabajos específicos de araneofauna.

En el agroecosistema de arroz, Salazar (1959) reconoció que las larvas de la plaga *Nyctelius nyctelius* (Lepidoptera: Hesperidae) eran consumidas únicamente por arañas en el valle de Jequetepeque - La Libertad. Mendoza (1972) evaluó la influencia de 9 plaguicidas sobre la fauna benéfica en el cultivo del arroz y encontró que la mayoría de plaguicidas afectaba principalmente a la fauna benéfica, como las arañas.

Cueva (1980) mencionó a las arañas en general como depredadoras de huevos de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae), pero con efectos muy bajos en el cultivo de caña de azúcar en el valle de Chancay - Lima. García (1983) registró 5 arañas distribuidas en 4 familias y 5 géneros: *Theridion* sp. (Theridiidae), *Anyphaena* sp. (Anyphaenidae), *Phiale* sp. (Salticidae), *Oxyopes* sp. y *Peucetia* sp. (Oxyopidae); alimentándose de las orugas presentes en el cultivo de crisantemo en los distritos de Cieneguilla, Pachacámac y La Molina - Lima.

Javier y Peralta (1975) y Peralta (1981, 1987) registraron diversas especies de arañas sin especificar y chinches, que redujeron larvas de Noctuidae en el cultivo de maíz en el valle del Mantaro - Junín. Javier y Peralta (1975) distinguieron su relación con los plaguicidas en tres sistemas de cultivo (sin control químico, con control químico sujeto a contadas, y con control químico indiscriminado), y determinaron que la población de chinches y arañas fue incrementándose significativamente hasta la cosecha en los dos

primeros tipos de sistema, en cambio, se produjo una fuerte reducción de la población en el tercer tipo de sistema. Sánchez y Cisneros (1981) mencionaron a las arañas en general como depredadores que mostraron una baja ocurrencia estacional para las plagas *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) y *Tallula atramentalis* (Lepidoptera: Pyralidae) en el cultivo de maíz en el distrito de La Molina - Lima, además, citaron a otros investigadores como Wille, 1952; Hoyle, 1961; Sarmiento, 1978 y 1981, que hallaron algunas arañas depredadoras de huevos y larvas de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) y *Tallula atramentalis* (Lepidoptera: Pyralidae).

Yábar y Tisac (1988) y Schuller y Sánchez (2003a) evaluaron los artrópodos de suelo con trampas de caída en el cultivo de maíz, y reconocieron a Araneae como uno de los depredadores más abundantes en el valle Sagrado de los Incas - Cuzco y en el valle de Chancay - Lima respectivamente. En campos de maíz sin aplicación de plaguicidas, Yábar y Tisac (1988) reconocieron a las arañas como grupo, que representaron el 14.5% (6.2% arañas sin tela y 8.3% arañas con tela) de la composición total de depredadores, además, determinaron que la mayor concentración de arañas se encontraba en el tercio inferior de las plantas, probablemente por la gran cantidad de malezas (normalmente asociadas a este cultivo). Schuller y Sánchez (2003a) registraron las arañas al interior y borde de los campos, y encontraron diversas familias como: Linyphiidae (*Eperigone* sp., *Erigone* sp., y *Meioneta* sp.), Lycosidae (*Pardosa* sp.), Gnaphosidae (2 morfoespecies), Theridiidae (*Steatoda* sp. y *Theridion* sp.), Anyphaenidae (1 morfoespecie), Dictynidae (1 morfoespecie), Sicariidae (*Loxosceles* sp.), y Tetragnathidae (*Tetragnatha* sp.); donde *Eperigone* sp., *Erigone* sp., y *Meioneta* sp. (Linyphiidae) fueron las especies de mayor abundancia. La familia Linyphiidae se incrementó en el transcurso de la campaña, pero en cierto momento disminuyó por la aplicación de plaguicidas y las labores agrícolas. Por último, *Eperigone* sp. (Linyphiidae) fue uno de los depredadores principales.

En el cultivo de camote, Sánchez y Redolfi (1988), Beingolea (1991), Aguilar (1993) y Velapatiño (1996) destacaron diversas especies de arañas en general como los depredadores más abundantes de algunas plagas del cultivo en los valles de Rímac y Cañete - Lima, registrando su actividad depredadora hacia *Pebops* sp. (Lepidoptera: Cosmopterigidae), *Ochyrotica fasciata* (Lepidoptera: Pterophoridae), *Trichotaphe* sp. (Lepidoptera: Gelechiidae), *Microthyris anormalis* (Lepidoptera: Pyralidae), *Empoasca fabalis* (Hemiptera: Cicadellidae) y *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae).

En un estudio específico de araneofauna en el cultivo de camote realizado por Pérez (1996) en los valles de Rímac y Lurín - Lima, se reconocieron 13 familias, 22 géneros y 26 especies: Thomisidae (*Misumena* spp. y *Misumenops* sp.), Lycosidae (*Pirata insularis*), Theridiidae (*Theridion* sp., *Theridion* sp. cerca a *frondeum* y *Steatoda* sp.), Linyphiidae (*Bathyphantes* sp., *Meioneta* sp. y *Lepthyphantes* sp.), Gnaphosidae (gen. sp.), Dictynidae (*Dictyna* sp.), Anyphaenidae (*Aysha* spp.), Clubionidae (*Trachelas* sp.), Salticidae (*Phidippus purpuratus*, *Phidippus* sp., *Paraphidippus* sp., gen. sp.), Oxyopidae (*Oxyopes salticus* y *Peucetia rubrigastra*), Araneidae (*Argiope* sp. y *Gasteracantha raymondii*), Tetragnathidae (*Leucage* sp. y *Tetragnatha* sp.) y Pholcidae (*Physocyclus* sp.). Entre las presas halladas en las telas de arañas, se registraron insectos fitófagos y controladores biológicos (predadores y parasitoides), siendo más abundantes los órdenes Hemiptera (Aphididae, *Bemisia* sp.) e Hymenoptera (especialmente Chalcidoidea).

Robles (2002) y Rondón y Vergara (2004) evaluaron la artropodofauna epigea mediante trampas de caída en 3 y 4 variedades de camote respectivamente en el valle de Cañete - Lima. Robles (2002) mencionó a las arañas como uno de los depredadores más abundantes, constituyendo el 25.11% del total de individuos, y compuesto por las familias Linyphiidae, Anyphaenidae, Clubionidae, Lycosidae y Araneidae, donde la familia más abundante fue Linyphiidae con el género *Bathyphantes*. Rondón y Vergara

(2004), registraron 5 especies de arañas y mencionaron en orden de abundancia: *Bathypantes* sp. (Linyphiidae), *Pardosa* sp. (Lycosidae), *Anyphaena* spp. (Anyphaenidae), y un género no determinado de la familia Clubionidae.

En el agroecosistema de tomate, Velapatiño (1997) y Schuller y Sánchez (2003b) registraron los artrópodos de suelo en trampas de caída en los valles del Rímac y Chancay - Lima respectivamente. Velapatiño (1997) además evaluó cultivos de camote, maíz, frijol y espárrago. En esta investigación solamente se expuso el número de arañas colectadas en general por fecha de evaluación y por cultivo, donde la menor cantidad de arañas obtenidas fue en el cultivo del tomate probablemente por las frecuentes aplicaciones de plaguicidas. Schuller y Sánchez (2003b) citaron las familias y especies siguientes: Linyphiidae (*Eperigone* sp., *Erigone* sp., y *Meioneta* sp.), Lycosidae (*Pardosa* sp.), Gnaphosidae (2 morfoespecies), Theridiidae (*Steatoda* sp. y *Theridion* sp.), Anyphaenidae (1 morfoespecie), Dictynidae (1 morfoespecie), Tetragnathidae (*Tetragnatha* sp.) y Dysderidae (*Dysdera crocata*). Araneae fue uno de los grupos de mayor abundancia y riqueza de especies, siendo *Eperigone* sp. (Linyphiidae) uno de los depredadores más abundantes en la investigación. Se observó mayor abundancia de arañas en los bordes de campo por el menor grado de perturbación (remoción de suelo y aplicaciones fitosanitarias) y a la mayor cantidad de refugios que brindan. Por último, las poblaciones de Linyphiidae y *Eperigone* sp. se redujeron en el transcurso de la campaña (a pesar de su gran capacidad de recolonización) por el efecto negativo de las aplicaciones frecuentes de plaguicidas que se realizan en el cultivo de tomate.

Mediante trampas de caída en el cultivo de papa, Robles (2002) encontró a las arañas como los depredadores de suelo más abundantes en el valle de Cañete - Lima, entre las cuales estaban las familias siguientes: Linyphiidae, Clubionidae, Anyphaenidae, Lycosidae y Araneidae; siendo más abundante Linyphiidae. Las aplicaciones de insecticidas al parecer no tuvieron efecto sobre la abundancia de las arañas, porque

estuvieron dirigidas en el tercio superior y no en el inferior, que es donde suele encontrarse frecuentemente la familia Linyphiidae. La última evaluación obtuvo la máxima captura de arañas, probablemente por la ausencia de aplicaciones de insecticidas, del manejo agrícola y la condición de plantas secas al final del cultivo.

Mamani (2009) encontró diversas arañas en general como los depredadores más abundantes y constantes de los insectos fitófagos en el cultivo de alcachofa en el valle de Ica. Sus niveles máximos de ocurrencia se presentaron durante las fases fenológicas de crecimiento vegetativo y formación de capítulos florales, en contraste, sus poblaciones decrecieron cuando se aplicaron plaguicidas (Clorpirifos, Methomyl y Lambdacialotrina) y en la cosecha por la perturbación del agroecosistema.

En relación a los frutales, Aguilar *et al.* (1980) y Beingolea (1993) citaron dentro del orden Araneae, a la familia Oxyopidae con el género *Peucetia* sp., como uno de los controladores de larvas de *Palpita quadristigmalis* (Lepidoptera: Pyralidae) en el cultivo de olivo.

Benamú (1999) registró específicamente la araneofauna de los diferentes órganos de plantones de cultivo de mandarina (sin ningún control de plagas) en el distrito de Ate Vitarte - Lima. Se determinó 9 familias y 17 géneros de arañas: Araneidae (*Acacesia* sp. y *Argiope* sp.), Dictynidae (*Dictyna* sp.), Tetragnathidae (*Leucage* sp. y *Tetragnatha* spp.), Salticidae (*Dendryphantes* sp., *Metaphidippus* sp., *Paraphidippus* sp., *Phidippus* sp., *Thiodina* sp.), Oxyopidae (*Oxyopes* sp.), Thomisidae (*Misumenops* sp. y *Misumenoides* sp.), Anyphaenidae (*Aysa* sp. y *Anyphaenoides* sp.), Clubionidae (*Clubiona* sp.), y Gnaphosidae (*Gnaphosa* sp.), donde Salticidae fue la familia más abundante (39.3%). Además, encontró con mayor frecuencia 2 órdenes y 8 familias de insectos presas: Diptera (Syrphidae, Ephydriidae, Culicidae y Dolichopodidae) y Hemiptera (Delphacidae, Cicadellidae y Aphididae y Aleyrodidae), constituyendo en su

mayoría insectos plagas y algunos benéficos. Por último, se registró la preferencia de presas para cada familia de araña: Anyphaenidae (Aleyrodidae), Araneidae (Syrphidae, Ephyridae y Culicidae), Clubionidae (Delphacidae y Aleyrodidae), Dictynidae (Culicidae, Aphididae y Aleyrodidae), Gnaphosidae (Delphacidae), Salticidae (Syrphidae, Ephyridae, Dolichopodidae, Cicadellidae y Aphididae), Tetragnathidae (Syrphidae y Dolichopodidae) y Thomisidae (Syrphidae, Cicadellidae, Aphididae y Aleyrodidae).

Benamú y Aguilar (2001) evaluaron durante un año la araneofauna en tres huertos de manzano con diferentes manejos (convencional, manejo integrado y ecológico) en el valle de Mala - Lima. Se registraron 15 familias y 48 especies de arañas: Araneidae (*Cyclosa* sp., *Acacesia* sp., *Eustala* sp., *Metepeira* sp., *Araneus* sp., *Neoscona* sp., *Nephila* sp., *Argiope* sp. y *Gasteracantha cancriformis*), Linyphiidae (*Meioneta* sp.), Tetragnathidae (*Leucage* sp. y *Tetragnatha* sp.), Theridiidae (*Anelosimus* sp., *Anelosimus exintus*, *Episinus* sp., *Theridion calcynatum*, *Achaearanea* sp., *Dipoena* sp., *Theridula triangularis* y *Thwaitesia* sp.), Oxyopidae (*Oxyopes* sp. y *Peucetia rubrigastra*), Salticidae (*Metaphidippus* sp., *Phidippus* sp., *Vinnius* sp. y *Thiodina* sp.), Thomisidae (*Misumenops* sp. y *Misumena* sp.), Gnaphosidae (*Eilica* sp., *Camillina elegans*, *Lygromma* sp., *Trachyzelotes adriaticus*, *Urozelotes rusticus* y *Zelotes reformans*), Amaurobiidae (*Goeldia* sp.), Filistatidae (*Filistata* sp.), Sicariidae (*Loxosceles* sp.), Lycosidae (*Pardosa* sp.), Corinnidae (*Corinna* sp., *Trachelas* sp. y *Creuga gulosos*), Anyphaenidae (*Aysha* sp., *Anyphaenoides pacifica*, *Anyphaenoides sialha*, *Anyphaenoides octodentata*, *Patrera* sp. y *Teudis* sp.), y Miturgidae (*Cheiracanthium inclusum*). Se determinaron los insectos presas atrapados en las telas o cazados por las arañas en 6 ordenes y 20 familias: Lepidoptera (Noctuidae y Tortricidae), Hemiptera (Lygaeidae, Neididae, Pyrrhocoridae, Cicadellidae, Delphacidae, Aleyrodidae y Aphididae), Diptera (Drosophilidae, Muscidae, Syrphidae y Dolichopodidae), Coleoptera (Bruchidae, Curculionidae y Tenebrionidae), Hymenoptera (Formicidae, Pompilidae y

Platygasteridae), y Orthoptera (Gryllidae). La mayor población de arañas se encontró en el huerto con manejo ecológico (64.8%) por la menor aplicación de insecticidas, menor intervención del personal y mayor cobertura del suelo por otros cultivos y algunas malezas; a diferencia del huerto con manejo integrado (25.3%) donde se aplicaron insecticidas selectivos, y al huerto con manejo convencional (9.9%) donde se aplicaron muchos insecticidas y sin descanso entre cosechas. Por último, en relación a la fenología del cultivo, la mayor población de arañas se registró en las etapas de formación, rayado y maduración del fruto.

Con el fin de evaluar la posibilidad de Araneae en el control biológico, en un huerto de manzano en el valle de Mala - Lima, Benamú (2001) realizó la crianza en laboratorio y liberación masiva de 5921 arañas, pertenecientes a seis familias y nueve especies comunes en el manzano: 2811 individuos de Araneidae (*Argiope* sp. y *Gasteracantha* sp.), 1152 individuos de Theridiidae (*Achaearanea* sp. y *Anelosimus* sp.), 1219 individuos de Oxyopidae (*Peucetia* sp.), 170 individuos de Salticidae (*Thiodina* sp. y *Metaphidippus* sp.), 117 individuos de Thomisidae (*Misumenops* sp.) y 452 individuos de Anyphaenidae (*Anyphaenoides* sp.). No se siguió específicamente a las arañas liberadas, pero sí se realizaron evaluaciones semanales en los arboles de manzano y malezas del campo estudiado.

Joyo (2011) registró diversas arañas depredadoras en el follaje y en trampas de caída en el cultivo de vid en Chíncha - Ica. Las arañas se presentaron durante toda la investigación, encontrándose en el follaje dos especies: *Latrodectus geometricus* (Theridiidae) y *Gasteracantha cancriformis* (Araneidae), y en trampas de caída siete familias: Sicariidae, Gnaphosidae, Salticidae, Segestriidae, Prodidomidae, Scytodidae y Miturgidae. El mayor número de arañas se registró en la etapa fenológica de post cosecha, especialmente en la primera mitad, ya que las aplicaciones de plaguicidas antes realizadas fueron en la zona radicular; mientras que en la segunda mitad de la

misma etapa, y en la poda, brotación y floración, el número de arañas decreció por las aplicaciones de plaguicidas directamente en el follaje y a la reducción del mismo en la poda. Por último, las arañas en trampas de caída se observaron casi todo el año, a diferencia de otros artrópodos del suelo, por los diferentes refugios que pueden usar (restos de poda en la base de la planta a lo largo de la línea de goteo).

2.7. Clasificación de Arañas de Agroecosistemas en Grupos Funcionales (Gremios)

Root (1967), citado por Uetz *et al.* (1999), citó el concepto de gremio como: “Un grupo de especies que explotan la misma clase de recursos ambientales en una forma similar”. Los aracnólogos han adoptado ampliamente este término como los diversos patrones en los cuales las arañas buscan un recurso en común de alimentación (cazar artrópodos) en un modo similar de comportamiento; aunque los problemas surgen cuando se asignan taxones superiores (como generalizaciones basadas a nivel de familia) a gremios particulares, y que éstos pueden no ser aplicables para todas las especies del taxón (Uetz *et al.* 1999). Diversos autores han clasificado las arañas por gremios, constituyéndose de pocos a varios tipos (dependiendo del grado de especificidad):

- *Web-builders* y *Wandering spiders* (dos gremios) (Uetz, 1977).
- *Scattered-line weavers*, *Hackled-band weavers*, *Sheet line weavers*, *Hahniid spiders*, *Funnel web spiders*, *Orb weavers*, *Nocturnal running spiders*, *Diurnal running spiders*, *Jumping spiders* y *Crab spiders* (once gremios) (Post & Riechert, 1977).
- *Space-web spiders*, *Orb weavers* y *Hunting spiders* (tres gremios) (Nyffeler, 1982).

- *Scattered-line weavers, Hackled-band weavers, Sheet web builders, Orb weavers, Nocturnal running, Diurnal running, Jumping y Crab spiders* (ocho gremios) (Riechert & Lockley, 1984).
- *Web-matrix, Web-sheet, Web-orb, Wandering-active y Wandering-ambush* (cinco gremios) (Young & Edwards, 1990).
- *Hunting (Foliage runners, Ground runners, Stalkers, Ambushers) y Web-building (Sheet web-builders, Wandering sheet/tangle weavers, Orb weavers, Space web builders)* (ocho gremios, específicamente para agroecosistemas) (Uetz *et al.* 1999).

En el algodón peruano, Aguilar (1977, 1988) agrupó la araneofauna en dos gremios según su comportamiento depredador: Tejedoras y Cazadoras. Las arañas cazadoras cazan directamente sus presas, y solamente tejen telas para guarecerse y para sus ovisacos, a su vez, este gremio se subdividió en tres grupos de nichos ecológicos diferentes: Cazadoras diurnas que persiguen a sus presas por toda la planta (Salticidae), Cazadoras diurnas que permanecen al acecho en terminales, hojas, flores y frutos (Thomisidae), y Cazadoras nocturnas que durante el día permanecen escondidas en sus cubiertas de seda, debajo de hojas, entre brácteas, etc. y persiguen a sus presas hasta cazarlas (Anyphaenidae y Clubionidae). Las arañas tejedoras tejen telas para cazar, capturando las presas que quedan adheridas en los hilos de su red (Araneidae, Theridiidae, Tetragnathidae, Oxyopidae, Pholcidae, Linyphiidae, Dictynidae y Erigonidae).

En campos de algodón en Arkansas (Estados Unidos), igualmente se dividió la araneofauna en dos gremios: Cazadoras y Tejedoras (Uetz *et al.* 1999); a diferencia de Texas (Estados Unidos), donde las arañas se agruparon en tres gremios: Tejedoras, Al acecho y Cazadoras (Dean *et al.* 1982). En agroecosistemas de algodón en Sudáfrica, Dippenaar-Schoeman *et al.* (1999) clasificaron la araneofauna en dos gremios: Errantes

y Tejedoras, subdividiendo a las arañas errantes en terrestres y de follaje. Y en Argentina, en cultivos de algodón transgénico y convencional, la arañas se dividieron en ocho gremios: Tejedoras de telas orbiculares, Tejedoras de telas irregulares, Tejedoras errantes de telas sábanas, *Trap doors*, Cazadoras por emboscada, Cazadoras corredoras de suelo, Cazadoras corredoras de follaje y Cazadoras al acecho.

En otros agroecosistemas de Perú, la división por gremios de arañas fue utilizada para los cultivos de camote (Pérez, 1996) en los valles de Rímac y Lurín - Lima, y manzano (Benamú y Aguilar, 2001) en el valle de Mala - Lima. Pérez (1996) agrupó la araneofauna en dos gremios: Cazadoras y Tejedoras, y a su vez, esta última se dividió según su hábitat en Tejedoras de follaje y Tejedoras de tallos, ramas y terrones. El gremio de las Tejedoras fue más predominante, siendo más abundantes *Theridion* sp. y *Leucage* sp., y en el gremio de las Cazadoras las más abundantes fueron *Misumenops* sp. y *Aysha* spp. Benamú y Aguilar (2001) clasificaron las arañas registradas en cuatro gremios: Tejedoras, Cazadoras errantes, Cazadoras al acecho y Cazadoras nocturnas.

2.8. Técnicas de Evaluación de la Araneofauna

Comúnmente las técnicas de evaluación de arañas son las siguientes: trampas de caída, búsqueda visual, redes entomológicas, succión con D-vac u otro instrumento, extracción de la tierra a mano o por embudo de Tullgreen o Berlese, visualización de las telas de arañas, *beating trays* (paraguas entomológicos), fumigación del dosel arbóreo, método de cuadrados, búsqueda en cortezas arbóreas, etc. (Uetz & Unzicker, 1976; McCaffrey *et al.* 1984; Coddington *et al.* 1991; Höfer *et al.* 1994; Borges & Brescovit, 1996; Silva, 1996; Brennan *et al.* 1999; Marc *et al.* 1999; Szathmary, 1999; Horvath *et al.* 2000; Greenstone, 2001; Sørensen, 2004).

2.8.1. Búsqueda directa manual y con paraguas entomológico

Las técnicas de muestreo de búsqueda directa manual y con paraguas entomológico son métodos de evaluación comunes para la fauna de arañas habitantes en el follaje, además del método del cuadrado, redes entomológicas y técnicas de succión (Ludy & Lang, 2004); de ellas, las técnicas de succión y paraguas entomológico son consideradas las más eficientes (Ludy & Lang, 2004), la eficacia de cada una se relaciona al tipo de agroecosistema a evaluar, siendo el primero especialmente para cultivos de maíz (Ludy & Lang, 2004), y el segundo recomendado para estudios de abundancia de artrópodos en cultivos de algodón, vainita, sorgo y soja (Wade *et al.* 2006).

La técnica de búsqueda visual de forma manual, en el cual se colectan las arañas de la planta, es un buen método para evaluar arañas habitantes de follaje, con una alta eficiencia en relación al número total de especies registradas, pero inconveniente en términos del consumo de tiempo, el clima poco favorable, el pasar por alto arañas pequeñas y la demanda del esfuerzo realizado (Churchill & Arthur, 1999; Ludy & Lang, 2004).

El refinamiento de este método se ha realizado delimitando zonas verticales en hábitats de bosques lluviosos y brezales con el fin de distribuir los esfuerzos de muestreo con mayor uniformidad en los microhábitats (Churchill & Arthur, 1999). En la evaluación de un brezal, por ser arbustivo y de una estructura más simple, la planta se dividió verticalmente en dos zonas, donde la colecta en la parte superior fue física y visualmente menos demandante que la parte inferior y la zona herbácea (Churchill & Arthur, 1999). Por último, Churchill & Arthur (1999) sugirieron que al emplear esta técnica para colectar arañas, se enfoque sólo en la búsqueda de aquellas tejedoras o errantes, no ambas, debido a la diferencia de la velocidad en que pueden ser percibidas y capturadas.

La técnica de búsqueda directa con paraguas entomológico se realiza batiendo o sacudiendo una planta o grupo de plantas, para retirar las arañas del follaje hacia una sábana o capa expandida en el suelo, donde deben ser colectadas rápidamente (Wade *et al.* 2006). Esta es una técnica sencilla, rápida, de bajo costo, fácilmente replicable y precisa, en comparación a la evaluación de búsqueda visual, proveyendo un número significativo de especies (Churchill & Arthur, 1999; Álvarez *et al.* 2004; Wade *et al.* 2006). Aunque posee las limitaciones siguientes: registra especialmente artrópodos que son retirados con facilidad, de movimiento lento y rápidamente distinguibles, a diferencia de las especies que se encuentran escondidas, que no son colectadas en su totalidad, la captura no puede ser atribuida a una sola planta generalmente, el consumo de tiempo durante la colecta manual de todas las arañas en la tela, la pérdida de individuos por escape si no se efectúa con rapidez la colecta y los instrumentos de muestreo no manejables en vegetación densa y alta (Ludy & Lang, 2004; Wade *et al.* 2006). Además, requiere la consideración de algunos factores bióticos y abióticos interrelacionados que influyen su efectividad (Wade *et al.* 2006).

2.8.2. Trampas de caída

Típicamente, las trampas de caída son recipientes abiertos y parcialmente instalados al ras del suelo, y pueden estar cubiertos por un techo para evitar la lluvia y disturbios (Work *et al.* 2002). Esta técnica posee las ventajas siguientes: es un método de muestreo pasivo, de bajo costo, rápido, eficiente, funciona en la noche (en comparación a otras técnicas de evaluación), está asociada a datos cuantitativos que proveen un fuerte patrón temporal y espacial, y proporciona grandes muestras ricas en especies (Dean *et al.* 1982; Topping & Sunderland, 1992; Churchill & Arthur, 1999; Work *et al.* 2002; Jud & Schmidt-Entling, 2008); por ello, para muchos investigadores es indispensable en sus estrategias de colecta, constituyendo uno de los métodos más importantes en el monitoreo ecológico y estudios de biodiversidad, utilizada

comúnmente por los aracnólogos (Uetz & Unzicker, 1976; Curtis, 1980; Churchill, 1993; Work *et al.* 2002; Brennan *et al.* 2005).

Aunque posee ciertas desventajas que pueden producir sesgos en las capturas o limitaciones al momento de la interpretación de sus datos (Work *et al.* 2002; Álvares *et al.* 2004; Brennan *et al.* 2005). La riqueza de arañas colectadas podría verse influenciada por el diseño de la trampa, la estructura del hábitat, la temperatura, la ecología de la composición de sus especies en sus patrones de actividades diarias y estacionales, el tamaño corporal de los individuos y sus características de comportamiento (las arañas que han caído en las trampas pueden escapar) (Greensland, 1964; Curtis, 1980; Topping & Sunderland, 1992; Churchill & Arthur, 1999; Work *et al.* 2002).

Se están realizando muchas investigaciones para el mejoramiento de las trampas de caída, utilizando varios tipos de materiales, tamaños de recipientes, diversos preservantes y sustancias letales, además del diseño mismo. Algunas de las características que mejorarían la eficacia de las trampas son: los periodos más largos de colectas, trampas con mayor diámetro y un mayor número de trampas, aunque la diversidad de especies se mantendría constante aún con pocas trampas. Por lo tanto, es importante estandarizar un protocolo de trampas de caída para el inventariado de arañas (Brennan *et al.* 2005).

2.9. Prácticas Agronómicas y Aplicación de Plaguicidas en la Araneofauna de Agroecosistemas

Las prácticas agronómicas en el cultivo de algodón, como la preparación del terreno, el riego, la fertilización, el desahije, el despunte y la cosecha son necesarias, porque están establecidas como parte del manejo del cultivo; en cambio, la aplicación de plaguicidas

depende del criterio de quien maneje el cultivo, por ejemplo si se realiza un manejo integrado de plagas (MIP) basado en una evaluación de plagas antes de la aplicación de algún insecticida selectivo, o si se efectúa un control convencional sin un análisis previo del nivel de infestación de plagas.

2.9.1. Efecto de las prácticas agronómicas

Las prácticas agronómicas están entre los factores humanos más dañinos para la araneofauna (Wardle, 1995; Marc *et al.* 1999; Fountain *et al.* 2007; Muhammad *et al.* 2015). La labranza, fertilización, irrigación, cosecha, y otras prácticas agrícolas afectan en diversas medidas el patrón de distribución de las arañas en los microhábitats, y con ello, su diversidad y abundancia dentro de un determinado hábitat o campo agrícola (Ferenc *et al.* 1999; Marc *et al.* 1999; Butt & Muhammad, 2012).

En cultivos de cereales, el arado y la cosecha mecánica produjeron grandes mortalidades en las poblaciones de arañas; y en agroecosistemas no perennes, igualmente grandes mortalidades ocurren al menos una vez por año, asociados a la destrucción de sus hábitats. Es por ello, que dependiendo del sistema del cultivo, pueden encontrarse soluciones para minimizar los efectos destructivos de las prácticas agronómicas (Marc *et al.* 1999).

2.9.2. Efecto de los plaguicidas

La aplicación de plaguicidas (acaricidas, insecticidas, fungicidas y herbicidas) es otro de los factores agronómicos más perjudiciales para la araneofauna, disminuyendo su diversidad y abundancia (Marc *et al.* 1999; Amalin *et al.* 2001; Pekár, 2012; Rajput *et al.* 2012; Solanki y Kumar, 2014; Muhammad *et al.* 2015); siendo las arañas más sensibles que las plagas a los plaguicidas (Mansour *et al.* 1983; Marc *et al.* 1999; Solanki y Kumar, 2014).

En la mortalidad de la araneofauna actúan varios factores inherentes de los plaguicidas (grupo funcional, concentración del químico, momento de la aplicación), de los cultivos y del gremio al que las arañas pertenecen (estrategia de caza, comportamiento, biología, localización en la vegetación y tipo de presa que consumen) (Marc *et al.* 1999; Pekár, 2012), dependiendo del taxón o especie (Van Den Berg *et al.* 1990; Marc *et al.* 1999, Michalková y Pekár, 2009). Marc *et al.* (1999) detallaron que las arañas errantes parecen ser más susceptibles que las arañas tejedoras, aunque si la aplicación del plaguicida se realiza durante el día, las arañas errantes nocturnas tendrán más oportunidad de sobrevivir que las arañas tejedoras; por último, encontraron que las arañas tejedoras orbiculares son más afectadas por los químicos, al consumir diariamente, sus telas contaminadas para construir una nueva trampa.

Son también importantes de considerar los efectos indirectos, como la ingestión de presas envenenadas, la reducción en la disponibilidad de presas, el efecto repelente residual (Marc *et al.* 1999), el detrimento en su crecimiento, longevidad, tasa reproductiva, comportamiento defensivo y movilidad de las arañas, reduciendo así su potencial de biocontrol (Muhammad *et al.* 2015).

Yábar (1980) efectuó una investigación sobre la relación de varios insecticidas (carbamatos, fosforados y piretroides) con arañas cazadoras y larvas de *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo de frijol en el valle de La Convención (Cuzco); corroborando la disminución de la población de arañas luego de 1 día de aplicación de casi todos los plaguicidas. Los fosforados (Triazophos y Dimethoato) fueron los que ocasionaron mayor mortalidad a las arañas; sólo en el tratamiento con el piretroide Decametrina, contrariamente a los demás, se vio al inicio un ligero incremento de arañas. Por último, se destacó la estrecha relación depredador-presa entre las arañas y larvas de *Pseudoplusia includens*, donde la mayor densidad poblacional y eficacia depredadora de las arañas se produjo en bajas densidades de la plaga.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. Hipótesis

En el cultivo de algodón la comunidad de arañas está influenciada por el desarrollo de las plantas.

3.2. Objetivos

Objetivo general

- Determinar la composición y fluctuación poblacional de la araneofauna en relación a la fenología del cultivo de algodón.

Objetivos específicos

- Determinar la composición y estructura de la araneofauna en el cultivo de algodón.
- Determinar la variación de la araneofauna según las técnicas de colecta.
- Determinar la variación de la araneofauna en relación a las prácticas agronómicas realizadas.
- Determinar la variación de la araneofauna en relación a la aplicación de insecticidas.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Materiales

El material biológico colectado proviene de las evaluaciones realizadas en el cultivo de algodón de la campaña 2013 - 2014 en la Universidad Nacional Agraria La Molina.

4.2. Metodología

4.2.1. Área de estudio

Esta investigación se realizó en el algodonero variedad Tangüis (cultivar UNA N°1) en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, en un campo con una extensión de 1,5 ha, desde noviembre del 2013 hasta julio del 2014 (8 meses) que corresponde al periodo fenológico del cultivo. El manejo agronómico se llevó a cabo de acuerdo a lo establecido por el Programa de Algodón de UNALM (Anexo 1), asimismo, en el campo casi no se observó la presencia de malezas por el tipo de manejo del cultivo. Las áreas colindantes al cultivo de algodón fueron: un cultivo de 'Pasto de elefante' *Pennisetum purpureum*; un bosque de árboles de pino *Pinus* sp.; y algunos árboles de plátano (*Musa paradisiaca*) y mimosa (*Acacia longifolia*) como bordes del campo.

4.2.2. Fase de campo

El campo se dividió en 5 sectores de 3000 m² cada uno (Fig. 1), y se aplicaron dos técnicas de evaluación (Tabla 4), tomando en cuenta las metodologías propuestas por Aguilar (1965, 1968, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978a, 1978b, 1979a, 1979b, 1988).

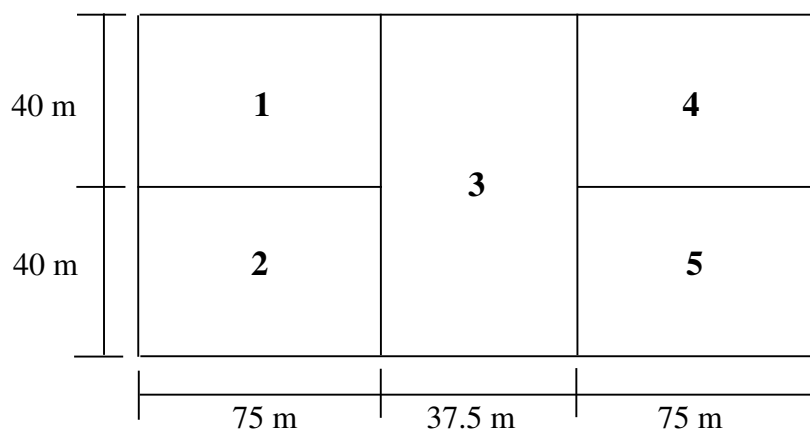


Figura 2. División del campo en cinco sectores para la evaluación del cultivo de algodón.

La técnica de **búsqueda directa** se efectuó de forma manual y con paraguas entomológico. En cada sector, en forma manual se evaluaron 20 plantas escogidas al azar, evaluando un total de 100 plantas; y con paraguas entomológico se evaluaron 4 plantas escogidas al azar, evaluando un total de 20 plantas. En total 120 plantas fueron evaluadas por esta técnica de muestreo. Para la técnica de **trampas de caída**, en cada sector se instalaron 2 trampas, correspondiendo un total de 10 trampas por muestreo. No se evaluaron plantas a borde de campo.

Tabla 4. Técnicas de evaluación de arañas en el cultivo de algodón.

Técnicas de evaluación		Número por sector	Total
Búsqueda directa	Manual	20 plantas	100 plantas
	Paraguas entomológico	4 plantas	20 plantas
Trampas de caída		2 trampas	10 trampas

Las evaluaciones se ejecutaron cada 7 días, por la mañana (entre las 6 y 12 horas), durante el periodo fenológico del cultivo (desde la germinación hasta la cosecha, con un total de 8 meses). Las condiciones meteorológicas del lugar de estudio (temperatura y humedad relativa) fueron registradas por la Estación Meteorológica Alexander Von

Humboldt – UNALM, durante las cuatro estaciones del año. Se tomó en cuenta el historial del manejo agronómico del cultivo por su posible influencia en las poblaciones de arañas. A continuación se detallará cada método de evaluación:

4.2.2.1. Búsqueda directa

4.2.2.1.1. Manual

En cada uno de los 5 sectores se evaluaron 20 plantas escogidas al azar, con un total de 100 plantas evaluadas, y se realizó según la etapa fenológica del cultivo (Tabla 5). Por planta, se examinó un brote terminal (yema terminal y 2-3 primeras hojas) desde la germinación hasta el inicio de la formación de botón floral (etapa de desarrollo vegetativo). Una vez aparecidos los botones florales, se evaluó en cada tercio de la planta (empezando por el tercio superior, luego el medio, y por último el tercio inferior) (Fig. 2). En el tercio superior se evaluó 1 flor y 1 botón floral; en el tercio medio e inferior se evaluó 1 hoja, 1 flor, 1 botón floral y 1 bellota. Cada órgano a evaluar se examinó exhaustivamente, observando ambas caras de la hoja, y los botones florales, flores y bellotas fueron examinados incluyendo sus brácteas.

Este muestreo permite evaluar la planta de manera localizada.

Tabla 5. Órganos evaluados en la planta de algodón según su etapa fenológica con la técnica de búsqueda directa de forma manual.

Etapa fenológica del cultivo	Órgano evaluados		Total
Desarrollo vegetativo	1 brote terminal		100 brotes terminales
Formación de botón floral, floración y fructificación (formación, apertura y maduración de bellotas)	Tercio superior	1 flor	100 flores
		1 botón floral	100 botones florales
		1 hoja	100 hojas
	Tercio medio	1 flor	100 flores
		1 botón floral	100 botones florales
		1 bellota	100 bellotas
	Tercio inferior	1 hoja	100 hojas
		1 flor	100 flores
		1 botón floral	100 botones florales
		1 bellota	100 bellotas

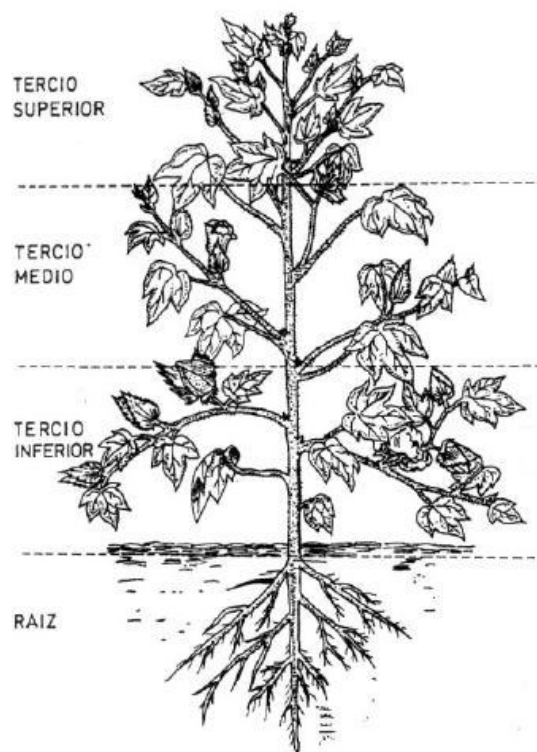


Figura 3. División de la planta en tercios en la aplicación de la técnica de búsqueda directa de forma manual.

4.2.2.1.2. Paraguas entomológico

En cada uno de los 5 sectores se evaluaron 4 plantas escogidas al azar, con un total de 20 plantas evaluadas. Se inclinó y sacudió vigorosamente la planta sobre una manta de color blanco de 0.75 x 1 m extendida sobre el suelo (Fig. 3), cuidando que todas las arañas caigan sobre la manta. Seguidamente, con la ayuda de una pinza, fueron colocadas en frascos de tapa rosca, preservándolas con alcohol de 75% y rotulándolas para su identificación.

Este muestreo permite evaluar la planta en su totalidad.



Figura 4. Muestreo con paraguas entomológico en el cultivo de algodón.

4.2.2.2. Trampas de caída

En cada uno de los 5 sectores se instalaron 2 trampas de caída, con un total de 10 trampas por muestreo (Fig. 4) y distribuidas equidistantes sobre los surcos. Las trampas consistieron en envases de plástico (9 cm de altura, 9 cm de diámetro y 450 ml de

capacidad), dentro de ellas se colocó 2/3 de agua conteniendo dos cucharaditas de sal común al ras y una cucharadita de shampoo inodoro e incoloro. La sal se utilizó para evitar la descomposición de las arañas colectadas y el shampoo para romper la tensión superficial. Con la ayuda de una lampa pequeña las trampas fueron instaladas al ras del suelo y cambiadas cada siete días, colocando el contenido colectado en una bolsa plástica y rotulada por sector.

Esta técnica permite evaluar especialmente las arañas con comportamiento epigeo.

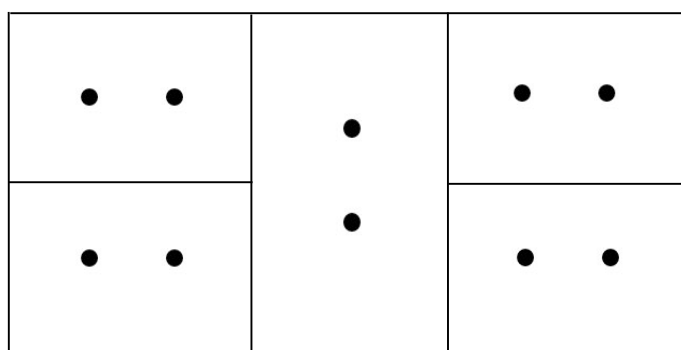


Figura 5. Distribución de trampas de caída por sector en el cultivo de algodón.

4.2.3. Fase de laboratorio

En el laboratorio del Museo de Entomología Klaus Raven Büller - UNALM se acondicionó el material colectado para su reconocimiento y colección final. Para la preservación de las arañas colectadas se utilizó alcohol de 75%, para el caso de las muestras colectadas en trampas de caída, primero fueron coladas y luego preservadas. Con la ayuda de un estereoscopio se separaron los morfotipos de arañas. Cada morfotipo se contabilizó y colocó en un frasco de vidrio de tapa rosca, con los datos de campo y el número de morfotipos correspondientes.

4.2.4. Identificación de arañas

Las arañas se identificaron hasta el nivel de especie o morfoespecie, examinando los caracteres sexuales de los individuos adultos (pedipalpo en machos y epiginio en hembras).

En el caso de los machos, se extrajo el pedipalpo izquierdo del individuo (a nivel de la unión entre la tibia y patela o de la patela y fémur, dependiendo de la presencia de alguna apófisis), y se preservó en alcohol de 75%.

En el caso de las hembras fue una técnica más detallada, se extrajo cuidadosamente el epiginio, el mismo que se sumergió en agua destilada para enjuagarse, y luego en una solución con proteinasa (agua destilada más una pastilla enzimática) por 8 a 10 horas a 37°C (para la limpieza de las estructuras internas), por último, se preservó en un microvial con alcohol de 75% junto a la araña.

Para la identificación de familias se consultó la bibliografía siguiente: Jocqué & Dippenaar-Schoeman (2006) y Ubick *et al.* (2005), y las más resaltantes para la identificación a nivel de cada familia fueron: Anyphaenidae (Brescovit, 1992, 1996), Corinnidae (Bonaldo, 2000), Gnaphosidae (Jiménez *et al.* 2012; Platnick & Murphy, 1987; Platnick & Shadab, 1982, 1983), Linyphiidae (Dupérré, 2013; Millidge, 1991), Lycosidae (Castro, 2010; Simó *et al.* 2002; Slowik & Cushing, 2007), Eutichuridae (Bonaldo & Brescovit, 1992), Oxyopidae (Santos & Brescovit, 2003), Salticidae (Jumping spiders, Arachnida: Araneae: Salticidae of the World, 2015; Prószyński, 2009), Sicariidae (Gertsch, 1967), Theridiidae (Levi, 1954, 1959, 1963; Levy & Amitai, 1982; Levi & Levi, 1962; Melic, 2000; Simó *et al.* 2013; Yoshida, 2001), Thomisidae (Dippenaar-Schoeman, 1983; Lehtinen, 2003; Lehtinen & Marusik, 2008; Mello-Leitao, 1929), Trachelidae (Platnick & Ewing, 1995) y Zodariidae (Jocqué, 1991). La clasificación utilizada fue la descrita por World Spider Catalog (2017).

4.2.5. Asignación de gremios

Las familias registradas fueron agrupadas por gremios (Tabla 6), de acuerdo a los diversos nichos ecológicos que las arañas componen en la biocenosis del algodón. Esta clasificación se efectuó para analizar los diversos factores que pudieron alterar los niveles de la población de arañas a lo largo del cultivo, de acuerdo al tipo de comportamiento o estrategia depredadora de ellas.

Tabla 6. División por gremios de la araneofauna en el cultivo de algodón.

Gremios	Familias
Cazadoras errantes de follaje	Anyphaenidae, Eutichuridae y Salticidae
Cazadoras errantes terrestres	Corinnidae, Dysderidae, Gnaphosidae, Lycosidae, Salticidae, Trachelidae y Zodariidae
Cazadoras al acecho	Oxyopidae y Thomisidae
Tejedoras	Amaurobiidae, Araneidae, Dictynidae, Linyphiidae, Mysmenidae, Sicariidae y Theridiidae

En esta investigación se dividió al orden Araneae en cuatro gremios (Tabla 6): Cazadoras errantes de follaje, Cazadoras errantes terrestres, Cazadoras al acecho, y Tejedoras. Esta división se realizó según las investigaciones efectuadas por Aguilar en las arañas en el algodón peruano (1965, 1968, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978a, 1978b, 1979a, 1979b, 1988), y con algunos aportes de la propia autora con el fin de cumplir con los objetivos de este estudio.

Los gremios de las arañas Cazadoras errantes de follaje, Cazadoras errantes terrestres y Cazadoras al acecho (Tabla 6) cazan directamente sus presas, sin utilizar telas para

cazar, más solo para guarecerse y para sus ovisacos. El gremio de las Cazadoras errantes de follaje consistió en aquellas arañas que se encuentran generalmente caminando y cazando alrededor de toda la planta, en el follaje, tallo, frutos, flores, etc. El gremio de las Cazadoras errantes terrestres estuvo representado por aquellas arañas que se localizan en forma habitual recorriendo y cazando en el suelo. La familia Salticidae se incluyó en estos dos gremios por su capacidad de recorrer ambos estratos del hábitat (follaje y suelo) para cazar, considerando sólo los individuos capturados en la técnica de búsqueda directa para el gremio de las Cazadoras errantes de follaje y los individuos capturados en la técnica de trampas de caída para el gremio de las Cazadoras errantes terrestres.

El gremio de las Cazadoras al acecho (Tabla 6) constituyó aquellas arañas que permanecen al acecho en terminales, hojas, flores, frutos, etc. para cazar. La especie *Peucetia* cf. *viridans* (Oxyopidae), única especie registrada de esta familia en la investigación, fue incluida dentro de este gremio ya que el género *Peucetia* posee esta estrategia de caza mas no toda la familia, siendo considerado en este caso en particular la familia Oxyopidae dentro de este gremio. El gremio de las Tejedoras (Tabla 6) teje sus telas para cazar sus presas, las cuales quedan adheridas en los hilos de sus redes colocadas al nivel de la planta (hojas, flores, frutos, entre ramas de una misma planta o de plantas distintas, etc.) o al nivel del suelo.

4.2.6. Análisis de datos

Para evaluar la abundancia de arañas se determinaron las frecuencias absolutas y sus distribuciones porcentuales, acompañadas de gráficos circulares, barras y líneas, tomando en cuenta los individuos adultos y juveniles.

Para analizar la diversidad de arañas se realizaron los siguientes modelos estadísticos (tomando en cuenta sólo los individuos adultos): Riqueza específica, Índice de dominancia de Simpson, Índice de diversidad de Shannon-Wiener, Índice de diversidad de Margalef, Chao 2, Jackknife de segundo orden y Curvas de acumulación de especies.

4.2.6.1. Riqueza específica

La riqueza específica (S) es el número total de especies presentes en el área de estudio (Moreno, 2001). El número de especies es la característica distintiva más utilizada frecuentemente para describir un grupo taxonómico, donde se obtiene una noción rápida y sencilla de su diversidad, pero sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Magurran, 1988; Gaston, 1996).

4.2.6.2. Índice de diversidad de Margalef

Debido a que la riqueza específica depende del tamaño de la muestra (poseen una relación funcional), es limitada como índice comparativo. Este índice mide la riqueza de manera independiente al tamaño de la muestra, derivado de la combinación de ambas (Magurran, 1988).

$$D_{mg} = (S - 1) / \ln N$$

Donde:

S: Número de especies

N: Número total de individuos

4.2.6.3. Índice de dominancia de Simpson

Este índice expresa la probabilidad de que dos individuos extraídos al azar de una comunidad pertenezcan a la misma especie. Está fuertemente influenciado por las especies más abundantes (subestimando las especies raras), por lo que es menos

sensible a la riqueza de especies. Sus valores se encuentran entre cero y uno, los valores cercanos a cero poseen alta diversidad y próximos a uno se caracterizan por baja diversidad (Magurran, 1988; Moreno, 2001).

$$D = \sum p_i^2$$

Donde: p_i : proporción de individuos de la i ésima especie

Como constituye una propiedad opuesta a la diversidad, se propone una transformación adecuada para obtener una cifra correlacionada positivamente a la diversidad: $1/D$ o $1 - D$ (Magurran, 1988; Moreno, 2001).

4.2.6.4. Índice de diversidad de Shannon – Wiener

Es una medida de diversidad que determina el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo obtenido al azar, proveniente de una población indefinidamente grande de la que se conoce el número total de especies (Magurran, 1988; Moreno, 2001).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde: p_i : proporción de individuos de la i ésima especie

H' obtendrá un mínimo valor (cero) si la muestra contiene una sola especie, y el máximo cuando todas las especies estén representadas por el mismo número de individuos (que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativas, $H_{\text{máx}} = \ln S$) (Magurran, 1988). Sus valores generalmente se encuentran entre 1.5 y 3.5, y raramente sobrepasan a 4.5 (Margalef, 1972).

4.2.6.5. Índice de diversidad de Chao 2

Es un modelo de estimador no paramétrico (no asume un tipo de distribución de los datos y no lo ajusta a un modelo determinado), en donde se requiere sólo la presencia o ausencia del número de especies que ocurren sólo en una y dos muestras (Moreno, 2001). Además, es el menos sesgado para muestras pequeñas (Colwell & Coddington, 1994).

$$Chao_2 = S + (L^2 / 2M)$$

Donde: S: número de especies
L: número de especies que ocurren solamente en una muestra
M: número de especies que ocurren exactamente en dos muestras

4.2.6.6. Índice de diversidad de Jackknife de segundo orden

Jackknife es una técnica no paramétrica (así como Chao 2, no hace ninguna suposición sobre su distribución) (Magurran, 1988), y es útil porque reduce el sesgo (Smith & Pontius, 2006). Igualmente como en el estimador anterior, requiere sólo de la presencia o ausencia del número de especies que ocurren sólo en una y dos muestras (Moreno, 2001).

$$Jack_2 = S + [L(2m - 3)/m] - [M(m - 2)^2 / m(m - 1)]$$

Donde: S: número de especies
L: número de especies que ocurren solamente en una muestra
M: número de especies que ocurren exactamente en dos muestras
m: número de muestras

4.2.6.7. Curvas de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies representan el número de especies acumuladas en la investigación frente al esfuerzo de muestreo empleado (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003). Es una gran metodología para dar fiabilidad a los inventarios biológicos y compararlos aunque se hayan empleado distintas metodologías y/o niveles de esfuerzo, muy útil para planificar el esfuerzo de muestreo que se debe invertir en el trabajo de inventariado (tras determinar el esfuerzo requerido), y estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (extrapolando el número de especies observadas) (Lamas *et al.*, 1991; Soberón & Llorente, 1993; Cowell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001). Su uso es recomendable en la aracnología por las dificultades de muestreo de este grupo y al elevado porcentaje de especies raras que se presentan (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

Para evaluar la calidad del muestreo se debe encontrar una función que describa su curva de acumulación (modelizar la relación entre el esfuerzo de muestreo y el número de especies encontradas) (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003). Se han propuesto varias funciones, siendo la ecuación de Clench el modelo más utilizado, demostrando un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales y con la mayoría de los taxones, como en el orden Araneae (Soberón & Llorente, 1993; Cowell & Coddington, 1994; Jiménez-Valverde & lobo, 2004). El inventario puede considerarse suficientemente viable, a pesar de ser incompleto (para la ecuación de Clench), cuando la pendiente de la curva se hace aproximadamente menor a 0.1 (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

Número total de especies estimado = a/b (asíntota de la curva)

Donde: a: tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario
b: parámetro relacionado con la forma de la curva

$$\text{Esfuerzo de muestreo estimado } (n_q) = q/[b(1 - q)]$$

(para función de Clench)

Donde: $q = S_n / (a/b)$
 S_n : número de especies observadas
a: tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario
b: parámetro relacionado con la forma de la curva

5. RESULTADOS

5.1. Diversidad y Abundancia de Arañas en el Cultivo de Algodón.

Durante todo el periodo de evaluación y con las tres metodologías, se colectaron en total 2439 individuos, de los cuales 135 individuos fueron descartados por no registrarse ejemplares adultos y para su correcta identificación. Por lo tanto, sólo 2304 individuos fueron considerados en la investigación, constituidos por 347 adultos (15.06%) y 1957 juveniles (84.94%). La figura 6 muestra los ejemplares adultos colectados, los cuales sí pudieron ser sexados, los machos constituyeron 213 individuos (61.38%) y las hembras 134 individuos (38.62%). En la tabla 7 se detalla las 18 familias y 50 especies registradas: Anyphaenidae (3 especies), Araneidae (1 especie), Corinnidae (1 especie), Dictynidae (1 especie), Dysderidae (1 especie), Eutichuridae (1 especie), Gnaphosidae (5 especies), Linyphiidae (8 especies), Lycosidae (5 especies), Amaurobiidae (1 especie), Mysmenidae (2 especies), Oxyopidae (1 especie), Salticidae (7 especies), Sicariidae (2 especies), Theridiidae (5 especies), Thomisidae (4 especies), Trachelidae (1 especie) y Zodariidae (1 especie).

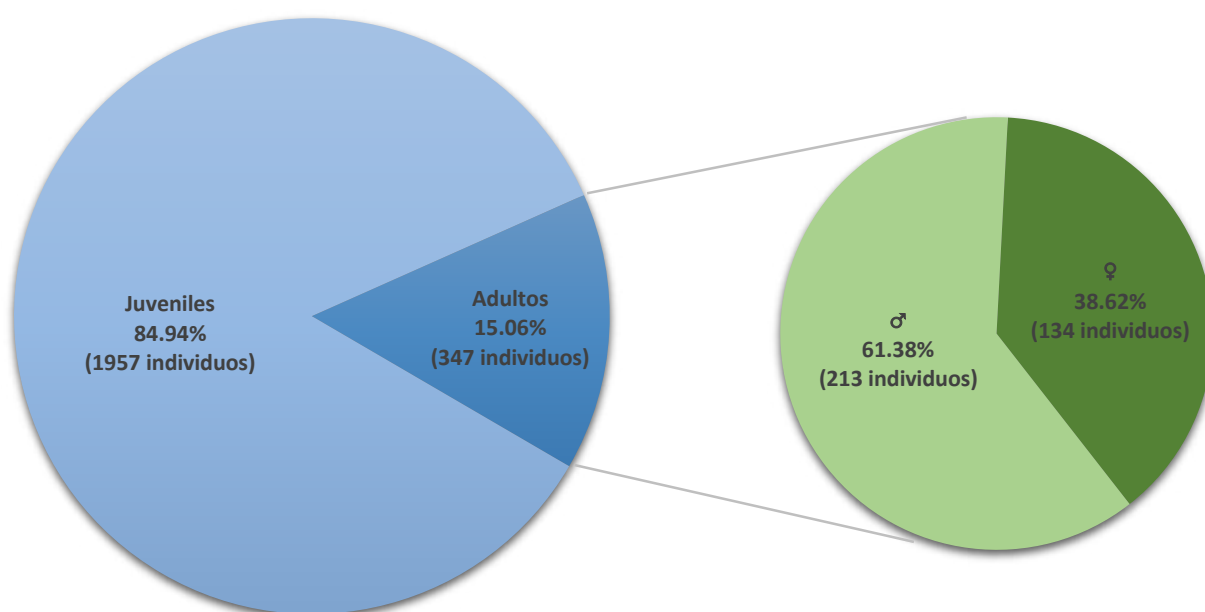


Figura 6. Distribución porcentual y abundancia total de adultos y juveniles, y machos y hembras de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima (♂:machos y ♀:hembras).

Tabla 7. Lista de familias y especies de arañas registradas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima (World Spider Catalog, 2017).

Familias	Especies
Amaurobiidae	Macrobuninae sp. 1
Anyphaenidae	<i>Anyphaenoides octodentata</i> <i>Patrera</i> sp. <i>Teudis</i> sp.
Araneidae	<i>Mastophora</i> sp.*
Corinnidae	<i>Creugas gulosus</i>
Dictynidae	Dictynidae sp.1
Dysderidae	<i>Dysdera crocata</i>
Eutichuridae	<i>Cheiracanthium inclusum</i>
Gnaphosidae	<i>Camillina elegans</i> <i>Camillina</i> sp. <i>Trachyzelotes lyonnetai</i> <i>Urozelotes rusticus</i> <i>Zelotes laetus</i>
Linyphiidae	Linyphiidae cf. <i>Agyneta</i> Linyphiidae sp.1 Linyphiidae sp.2 Linyphiidae sp.3 Linyphiidae sp.4 Linyphiidae sp.5 Linyphiidae sp.6 Linyphiidae sp.7
Lycosidae	<i>Hogna</i> sp. <i>Lycosa</i> cf. <i>thorelli</i> Lycosidae cf. <i>Hogna</i> sp.1 Lycosidae cf. <i>Hogna</i> sp.2 Lycosidae cf. <i>Hogna</i> sp.3
Mysmenidae	Mysmenidae sp.1 Mysmenidae sp.2
Oxyopidae	<i>Peucetia</i> cf. <i>viridans</i>
Salticidae	<i>Coryphasia</i> sp. <i>Dendryphantes</i> sp.1 <i>Dendryphantes</i> sp.2 <i>Frigga crocuta</i> Salticidae cf. <i>Sitticus</i> <i>Sitticus</i> sp.1 <i>Sitticus</i> sp.2
Sicariidae	<i>Loxosceles laeta</i> <i>Sicarius peruensis</i> *
Theridiidae	<i>Latrodectus geometricus</i> <i>Steatoda erigoniformis</i> <i>Steatoda grossa</i> <i>Theridion volubile</i> <i>Theridula gonygaster</i>
Thomisidae	Misumenini sp.1 <i>Misumenops</i> sp.1 <i>Misumenops</i> sp.2 Thomisidae sp.1
Trachelidae	<i>Meriola decepta</i>
Zodariidae	Zodariidae sp.1
18 familias	50 especies

* Géneros que pudieron identificarse contando sólo con individuos inmaduros.

La riqueza de arañas por familias se presenta en la figura 7, siendo las familias más diversas Linyphiidae (8 especies) y Salticidae (7 especies), seguidas de las familias Gnaphosidae, Lycosidae y Theridiidae (5 especies cada una). La tabla 8 y figura 8 muestran los resultados en términos de abundancia por familia, Thomisidae (40.71%), seguida de Anyphaenidae (23.35%) y Theridiidae (12.15%) constituyeron las familias más abundantes. Las familias restantes (15) tuvieron una abundancia cada una menos del 7% del total.

La abundancia de arañas por especie se detalla en la tabla 9 y figura 9, las especies más abundantes fueron tres, que en conjunto, conformaron el 56.19% de individuos de la comunidad (tomando en cuenta sólo los individuos adultos, por la dificultad de identificación de las especies de arañas a nivel de juveniles): *Misumenops* sp.1 (Thomisidae, 26.80%) (figura 10), *Zelotes laetus* (Gnaphosidae, 15.85%) (figura 11) y *Theridion volubile* (Theridiidae, 13.54%) (figura 12). Las especies restantes (44) representaron cada una menos del 6% del total.

La figura 13 muestra la distribución porcentual de arañas adultas y juveniles por familias, las familias donde solo se registraron adultos fueron Corinnidae, Mysmenidae, Zodariidae, Amaurobiidae, Dictynidae y Trachelidae, mientras que las familias con menor porcentaje de adultos fueron Thomisidae (10.98%), Lycosidae (8%), Anyphaenidae (3.90%) y Araneidae (no se encontró ningún individuo adulto).

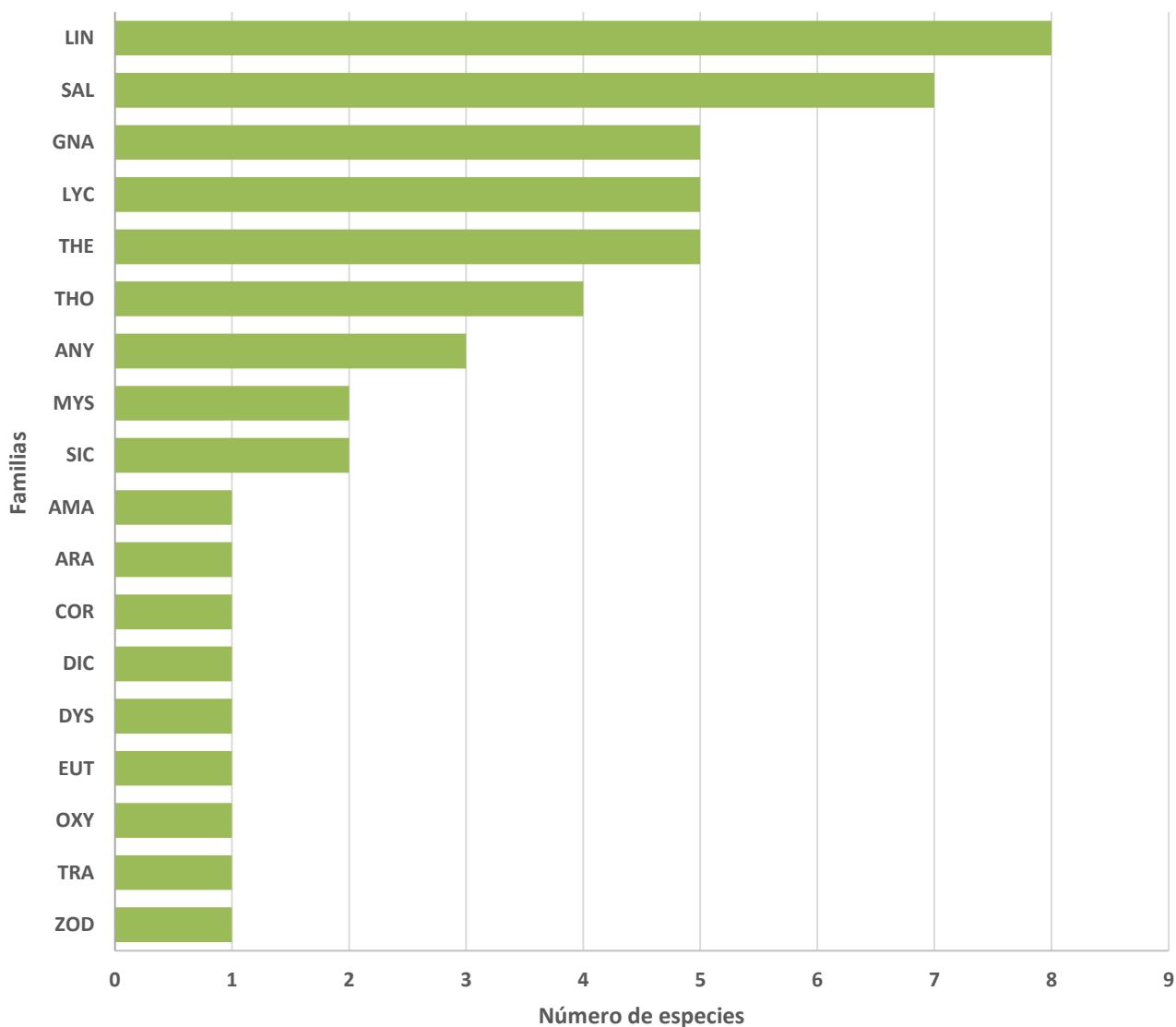


Figura 7. Riqueza de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

(AMA=Amaurobiidae, ANY=Anyphaenidae, ARA=Araneidae, COR=Corinnidae, DIC=Dictynidae, DYS=Dysderidae, EUT=Eutichuridae, GNA=Gnaphosidae, LIN=Linyphiidae, LYC=Lycosidae, MYS=Mysmenidae, OXY=Oxyopidae, SAL=Salticidae, SIC=Sicariidae, THE=Theridiidae, THO=Thomisidae, TRA= Trachelidae, ZOD=Zodariidae).

Tabla 8. Abundancia y distribución porcentual de arañas por familias en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

Familias	Abundancia	Porcentaje
Thomisidae	938	40.71%
Anyphaenidae	538	23.35%
Theridiidae	280	12.15%
Lycosidae	150	6.51%
Gnaphosidae	145	6.29%
Linyphiidae	131	5.69%
Salticidae	87	3.78%
Eutichuridae	8	0.35%
Dysderidae	6	0.26%
Mysmenidae	4	0.18%
Oxyopidae	4	0.18%
Sicariidae	3	0.13%
Trachelidae	3	0.13%
Zodariidae	3	0.13%
Amaurobiidae	1	0.04%
Araneidae	1	0.04%
Corinnidae	1	0.04%
Dictynidae	1	0.04%
18 familias	2304 individuos	100%

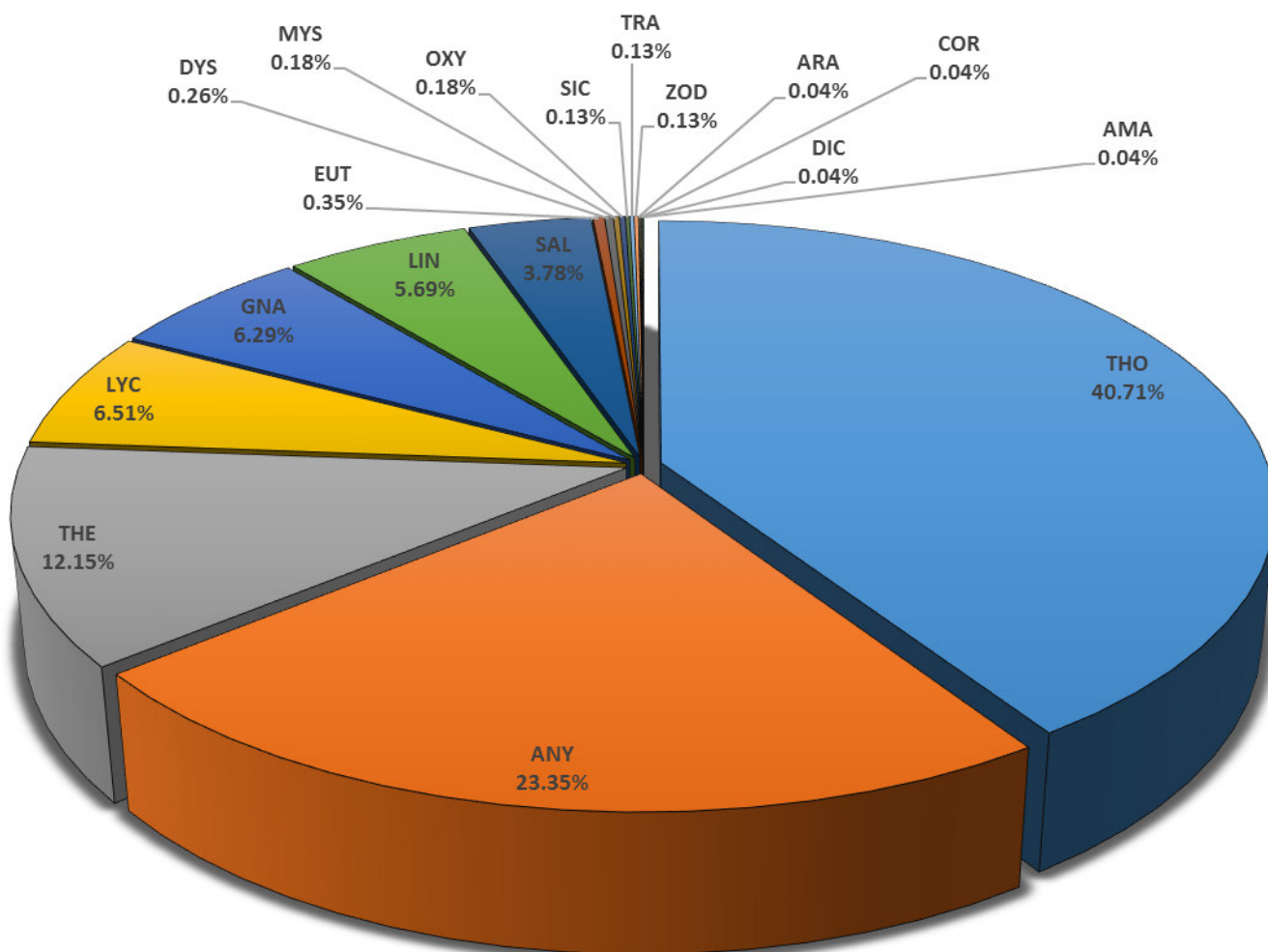


Figura 8. Distribución porcentual de arañas por familias en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

(AMA=Amaurobiidae, ANY=Anyphaenidae, ARA=Araneidae, COR=Corinnidae, DIC=Dictynidae, DYS=Dysderidae, EUT=Eutichuridae, GNA=Gnaphosidae, LIN=Linyphiidae, LYC=Lycosidae, MYS=Mysmenidae, OXY=Oxyopidae, SAL=Salticidae, SIC=Sicariidae, THE=Theridiidae, THO=Thomisidae, TRA= Trachelidae, ZOD=Zodariidae).

Tabla 9. Abundancia y distribución porcentual de especies de arañas adultas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

Especie	Individuos machos	Individuos hembras	Total de individuos	Porcentaje
<i>Misumenops</i> sp.1	64	29	93	26.8%
<i>Zelotes laetus</i>	44	11	55	15.85%
<i>Theridion volubile</i>	24	23	47	13.54%
<i>Anyphaenoides octodentata</i>	6	12	18	5.19%
<i>Theridula gonygaster</i>	5	7	12	3.46%
Linyphiidae sp.1	-	10	10	2.88%
<i>Camillina</i> sp.	8	-	8	2.31%
<i>Coryphasia</i> sp.	1	7	8	2.31%
Linyphiidae cf. <i>Agyneta</i>	8	-	8	2.31%
Misumenini sp.1	7	-	7	2.02%
<i>Urozelotes rusticus</i>	5	1	6	1.73%
<i>Camillina elegans</i>	-	5	5	1.43%
<i>Hogna</i> sp.	-	5	5	1.43%
Linyphiidae sp.3	-	5	5	1.43%
Linyphiidae sp.6	5	-	5	1.43%
<i>Steatoda grossa</i>	4	-	4	1.15%
<i>Dendryphantes</i> sp.2	3	-	3	0.86%
Lycosidae cf. <i>Hogna</i> sp.1	3	-	3	0.86%
<i>Meriola decepta</i>	-	3	3	0.86%
Mysmenidae sp.1	1	2	3	0.86%
<i>Trachyzelotes lyonneti</i>	1	2	3	0.86%
Zodariidae sp.1	1	2	3	0.86%
<i>Cheiracanthium inclusum</i>	1	1	2	0.58%
<i>Dendryphantes</i> sp.1	2	-	2	0.58%
Linyphiidae sp.2	-	2	2	0.58%
Linyphiidae sp.5	2	-	2	0.58%
<i>Lycosa</i> cf. <i>thorelli</i>	-	2	2	0.58%
<i>Steatoda erigoniformis</i>	1	1	2	0.58%
<i>Teudis</i> sp.	2	-	2	0.58%
<i>Creugas gulosus</i>	1	-	1	0.29%
Dictynidae sp.1	1	-	1	0.29%
<i>Dysdera crocata</i>	1	-	1	0.29%
<i>Frigga crocata</i>	-	1	1	0.29%
<i>Latrodectus geometricus</i>	1	-	1	0.29%
Linyphiidae sp.4	-	1	1	0.29%
Linyphiidae sp.7	1	-	1	0.29%
<i>Loxosceles laeta</i>	-	1	1	0.29%
Lycosidae cf. <i>Hogna</i> sp.2	1	-	1	0.29%
Lycosidae cf. <i>Hogna</i> sp.3	1	-	1	0.29%
Macrobuninae sp.1	1	-	1	0.29%
<i>Misumenops</i> sp.2	1	-	1	0.29%
Mysmenidae sp.2	1	-	1	0.29%
<i>Patrera</i> spn.	-	1	1	0.29%
<i>Peucetia</i> cf. <i>viridans</i>	-	1	1	0.29%
<i>Salticidae</i> cf. <i>Sitticus</i>	-	1	1	0.29%
<i>Sitticus</i> sp.1	1	-	1	0.29%
<i>Sitticus</i> sp.2	1	-	1	0.29%
Thomisidae sp.1	-	1	1	0.29%
48	211	137	347	100%

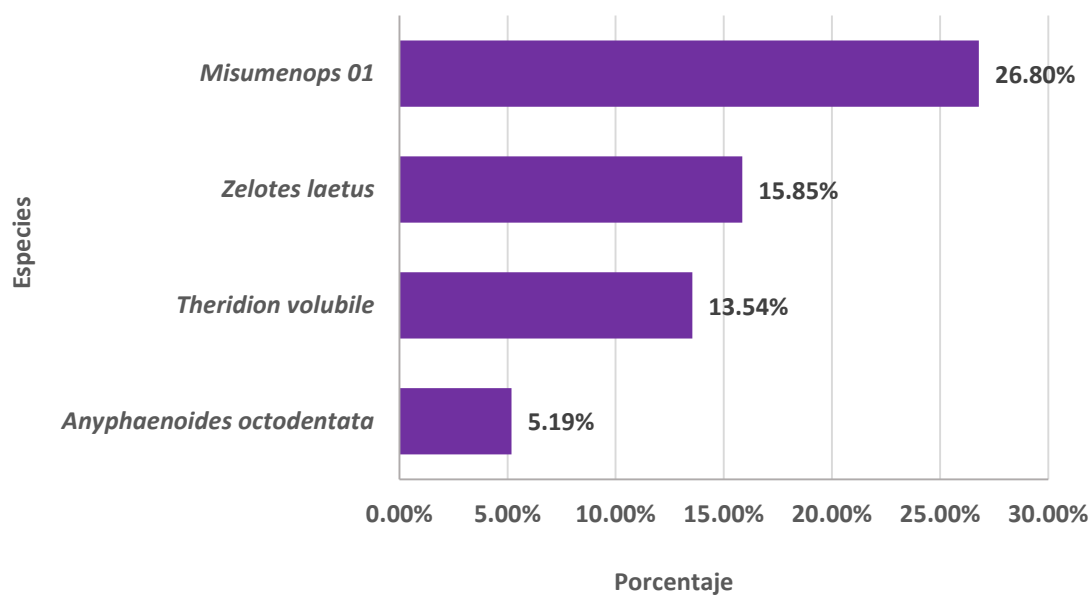


Figura 9. Distribución porcentual de las especies de arañas adultas más importantes en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

*Las especies restantes (44) representaron cada una menos del 5% del total.



Fig 10. *Misumenops* sp. 1 (Thomisidae), vista dorsal del habitus, A: hembra, B: macho. Escala: 1 mm.



Fig 11. *Zelotes laetus* (Gnaphosidae), vista dorsal del habitus, A: hembra, B: macho. Escala: 1 mm.



Fig 12. *Theridion volubile* (Theridiidae), vista dorsal del habitus, A: hembra, B: macho. Escala: 0.5 mm.

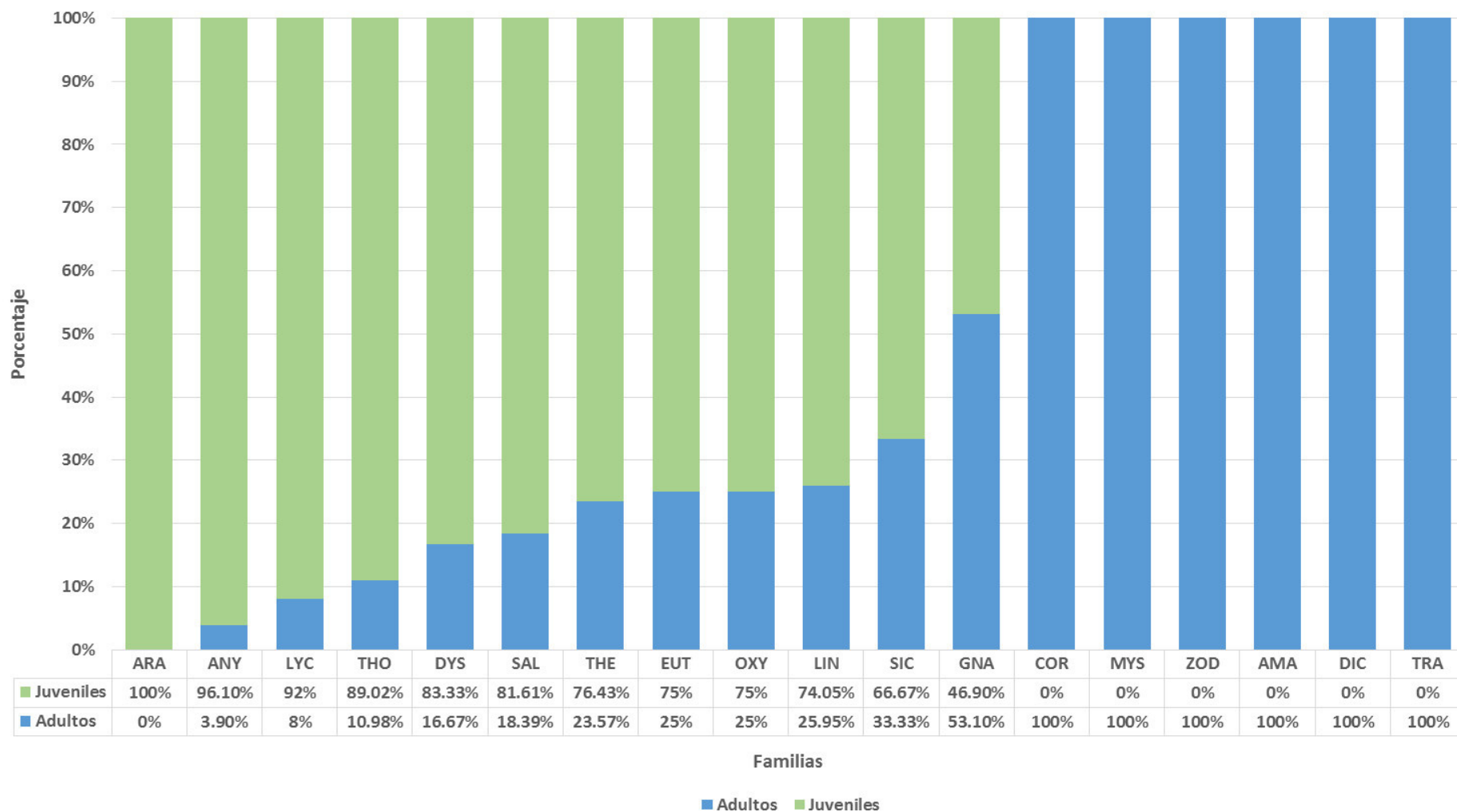


Figura 13. Distribución porcentual de individuos adultos y juveniles por familias en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

(AMA=Amaurobiidae, ANY=Anyphaenidae, ARA=Araneidae, COR=Corinnidae, DIC=Dictynidae, DYS=Dysderidae, EUT=Eutichuridae, GNA=Gnaphosidae, LIN=Linyphiidae, LYC=Lycosidae, MYS=Mysmenidae, OXY=Oxyopidae, SAL=Salticidae, SIC=Sicariidae, THE=Theridiidae, THO=Thomisidae, TRA=Trachelidae, ZOD=Zodariidae).

En relación a los índices de diversidad se obtuvo lo siguiente (tomando en cuenta sólo los individuos adultos): la Riqueza específica (S) fue de 48 especies (2 especies menos que las registradas cualitativamente en la Tabla 6); el Índice de diversidad de Margalef (D_{mg}) obtuvo un valor de 8.035; el Índice de dominancia de Simpson ($1 - D$) fue de 0.8759, una cifra muy cercana a 1, exhibiendo una alta diversidad; el Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') alcanzó un valor 2.768, que comparado a su $H_{máx}$ (3.871) fue una cifra relativamente alta, manifestando un mayor grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo; los estimadores no paramétricos de riqueza $Chao_2$ y $Jack_2$ resultaron 73.79 y 77.87 respectivamente, valores cercanos entre sí y superiores por 26 y 30 especies a la riqueza específica, estimando así una cifra superior de las especies registradas. La curva de acumulación de especies (Fig. 14) no alcanzó la asíntota, observándose todavía en crecimiento, por lo que se aprecia que el cultivo tendría una mayor riqueza de arañas.

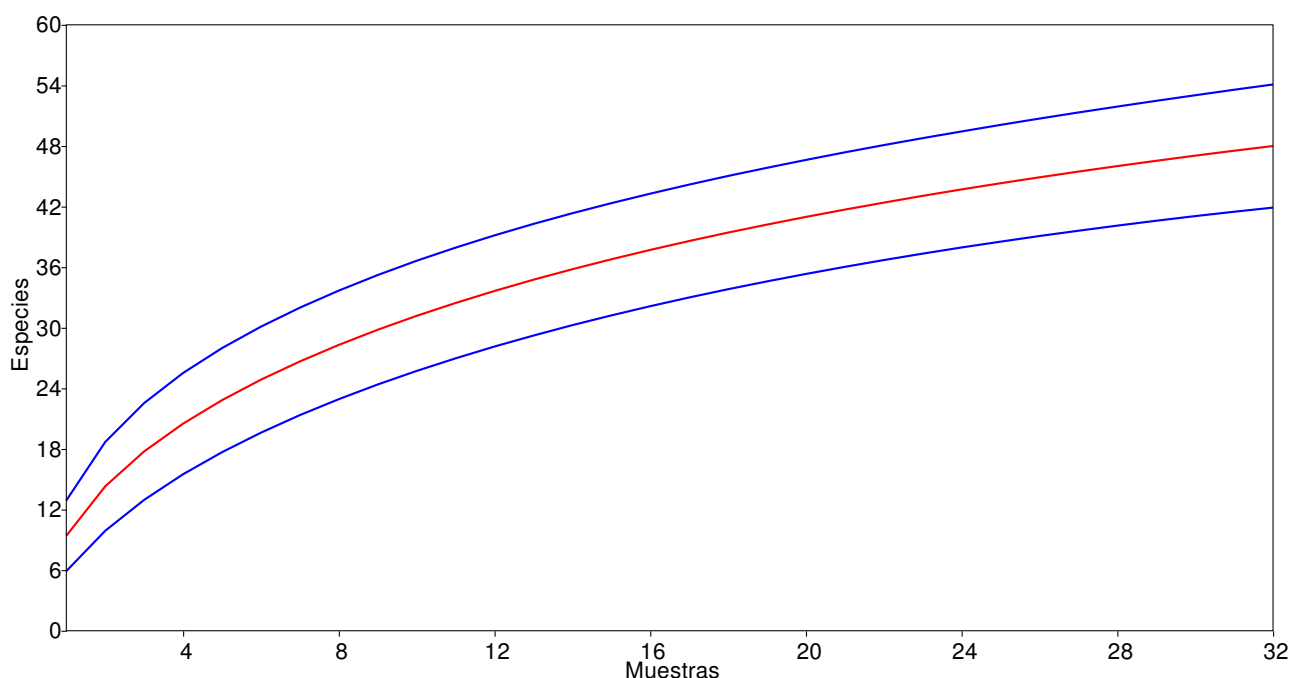


Figura 14. Curva de acumulación de especies de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

5.2. Diversidad y Abundancia de los Gremios de Arañas en el Cultivo de Algodón.

Las 18 familias de arañas registradas se agruparon en cuatro gremios: **Cazadoras errantes de follaje** (Anyphaenidae, Eutichuridae y Salticidae), **Cazadoras errantes terrestres** (Corinnidae, Dysderidae, Gnaphosidae, Lycosidae, Trachelidae, Zodariidae y Salticidae), **Cazadoras al acecho** (Oxyopidae y Thomisidae), y **Tejedoras** (Amaurobiidae, Araneidae, Dictynidae, Linyphiidae, Mysmenidae, Sicariidae y Theridiidae).

Analizando la diversidad y abundancia de los gremios (Tabla 10, Fig. 15 y 16), se observó que el más diverso fue el de las Tejedoras (7 familias y 20 especies), y el más abundante fue el de las Cazadoras al acecho (40.89%).

En la Tabla 10 se presentan los resultados de la abundancia de familias por gremios. En los gremios de las Cazadoras al acecho y Cazadoras errantes de follaje, Thomisidae (99.58%) y Anyphaenidae (85.53%) fueron las familias más abundantes respectivamente. En Cazadoras errantes terrestres, dos familias fueron las más abundantes: Lycosidae (48.08%) y Gnaphosidae (46.47%). Y por último, en Tejedoras, la familia más abundante fue Theridiidae (66.50%).

Tabla 10. Abundancia de familias y especies de arañas por gremios, y abundancia de individuos (adultos y juveniles) y su distribución porcentual por familias para cada gremio y por gremios en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

Gremios	Familias	Nro. Especies	Nro. Individuos	Porcentaje de fam. por gremio	Porcentaje de gremios
Cazadoras al acecho	Thomisidae	4	938	99.58%	40.89%
	Oxyopidae	1	4	0.42%	
Total	2	5	942	100%	-
Cazadoras errantes de follaje	Anyphaenidae	3	538	85.53%	27.30%
	Salticidae	7	83	13.20%	
	Eutichuridae	1	8	1.27%	
Total	3	11	629	100%	-
Tejedoras	Theridiidae	5	280	66.50%	18.27%
	Linyphiidae	8	131	31.12%	
	Mysmenidae	2	4	0.95%	
	Sicariidae	2	3	0.71%	
	Araneidae	1	1	0.24%	
	Dictynidae	1	1	0.24%	
	Amaurobiidae	1	1	0.24%	
Total	7	20	421	100%	-
Cazadoras errantes terrestres	Lycosidae	5	150	48.08%	13.54%
	Gnaphosidae	5	145	46.47%	
	Dysderidae	1	6	1.92%	
	Salticidae	2	4	1.28%	
	Trachelidae	1	3	0.96%	
	Zodariidae	1	3	0.96%	
	Corinnidae	1	1	0.33%	
Total	7	16	312	100%	-

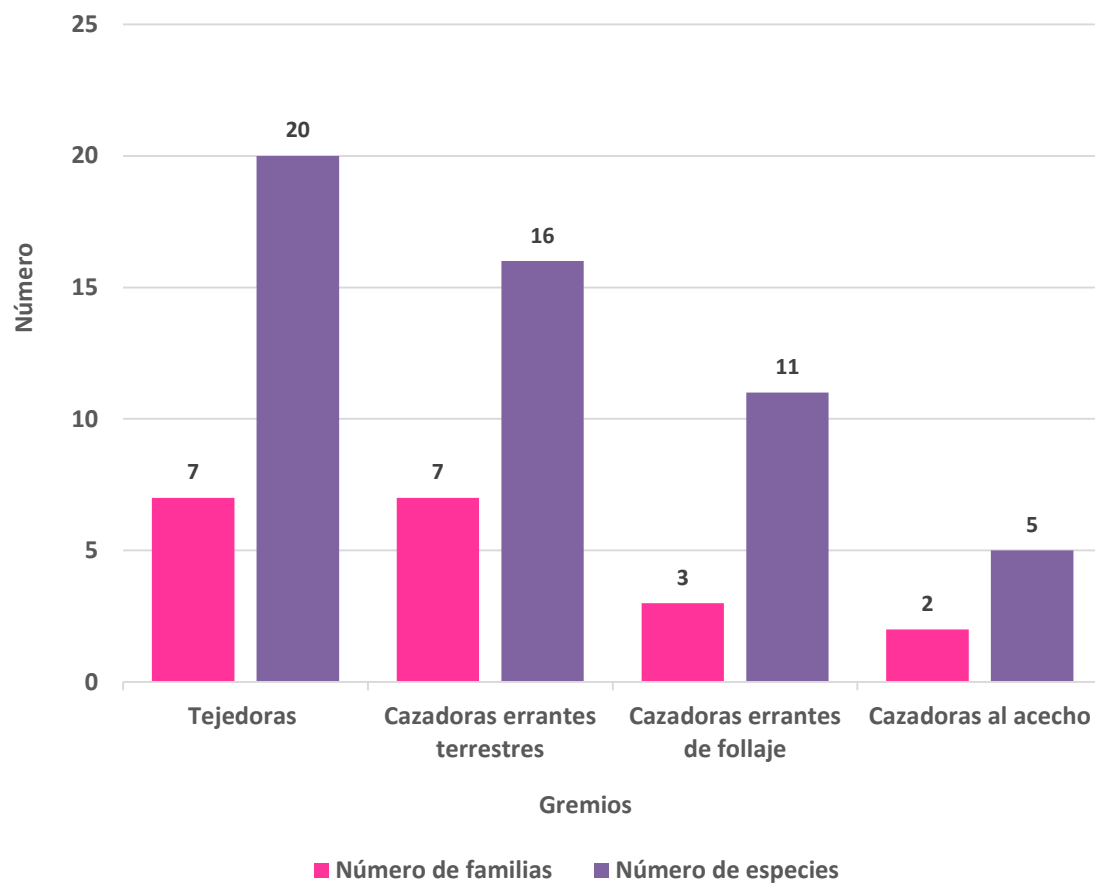


Figura 15. Número de familias y especies de arañas por gremios en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

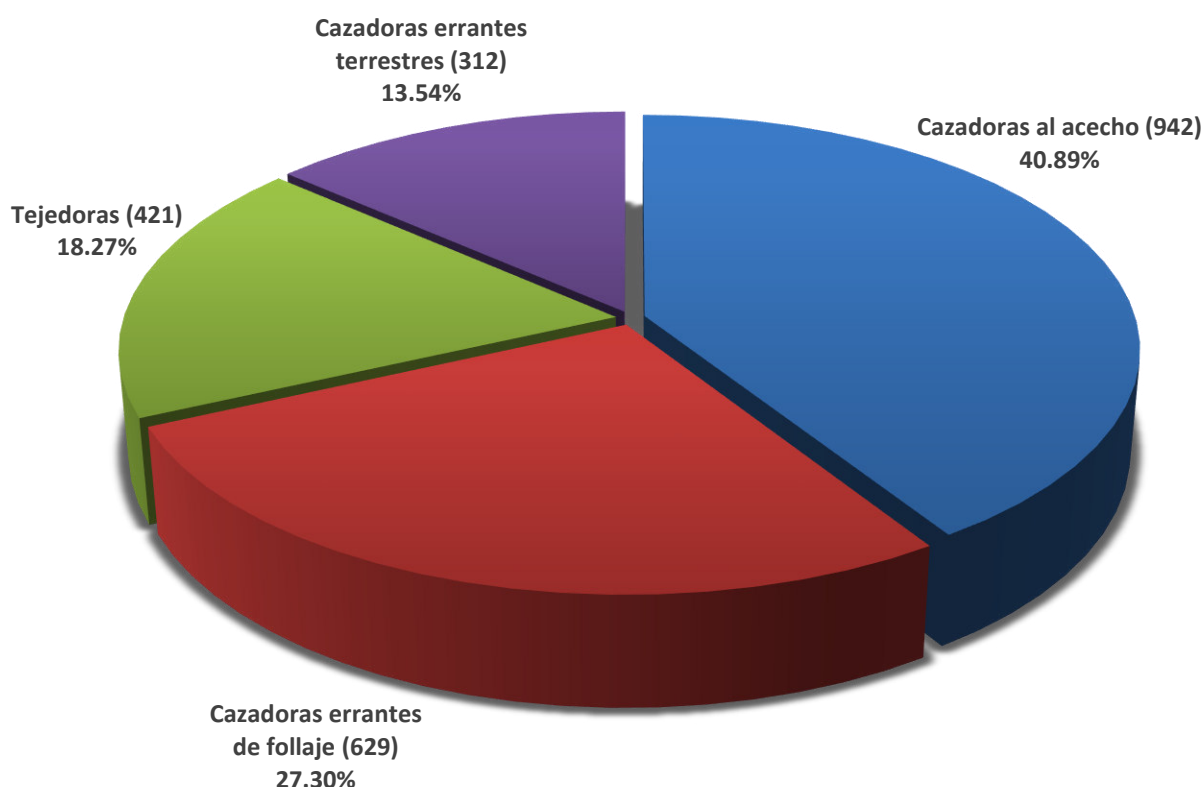


Figura 16. Distribución porcentual de individuos por gremios de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

5.3. Diversidad y Abundancia de Arañas por Técnica de Evaluación en el Cultivo de Algodón.

En el trabajo de investigación se utilizaron dos técnicas de evaluación: búsqueda directa (manual y paraguas entomológico) y trampas de caída. Como se detallará a continuación (Tabla 11, Tabla 12, Fig. 17, Fig. 18 y Fig. 27), se obtuvo una mayor diversidad de especies, familias y gremios capturados con trampas de caída, mientras que se registró una mayor abundancia de individuos en la búsqueda directa; además, ambas evaluaciones compartieron solo el 16% (8) y 39% (7) de especies y familias comunes respectivamente, pero tuvieron en común los cuatro gremios identificados en la investigación.

Tabla 11. Abundancia de especies e individuos (y su distribución porcentual) por familias y técnicas empleadas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

Familias	Trampas de caída			Búsqueda directa (manual y paraguas entomológico)		
	Número de Especies	Individuos*		Número de Especies	Individuos*	
		Número	Porcentaje		Número	Porcentaje
Anyphaenidae	1	26	5.82%	3	512	27.57%
Araneidae	-	-	-	1	1	0.05%
Corinnidae	1	1	0.23%	-	-	-
Dictynidae	1	1	0.23%	-	-	-
Dysderidae	1	6	1.34%	-	-	-
Eutichuridae	-	-	-	1	8	0.43%
Gnaphosidae	5	144	32.21%	-	1	0.05%
Linyphiidae	8	24	5.37%	5	107	5.76%
Lycosidae	5	149	33.3%	-	1	0.05%
Amaurobiidae	1	1	0.23%	-	-	-
Mysmenidae	2	4	0.89%	-	-	-
Oxyopidae	-	-	-	1	4	0.23%
Salticidae	2	4	0.89%	5	83	4.47%
Sicariidae	2	3	0.68%	-	-	-
Theridiidae	3	52	11.63%	3	228	12.28%
Thomisidae	2	26	5.82%	4	912	49.11%
Trachelidae	1	3	0.68%	-	-	-
Zodariidae	1	3	0.68%	-	-	-
Total	36	447	100%	23	1857	100%

* Adultos y juveniles

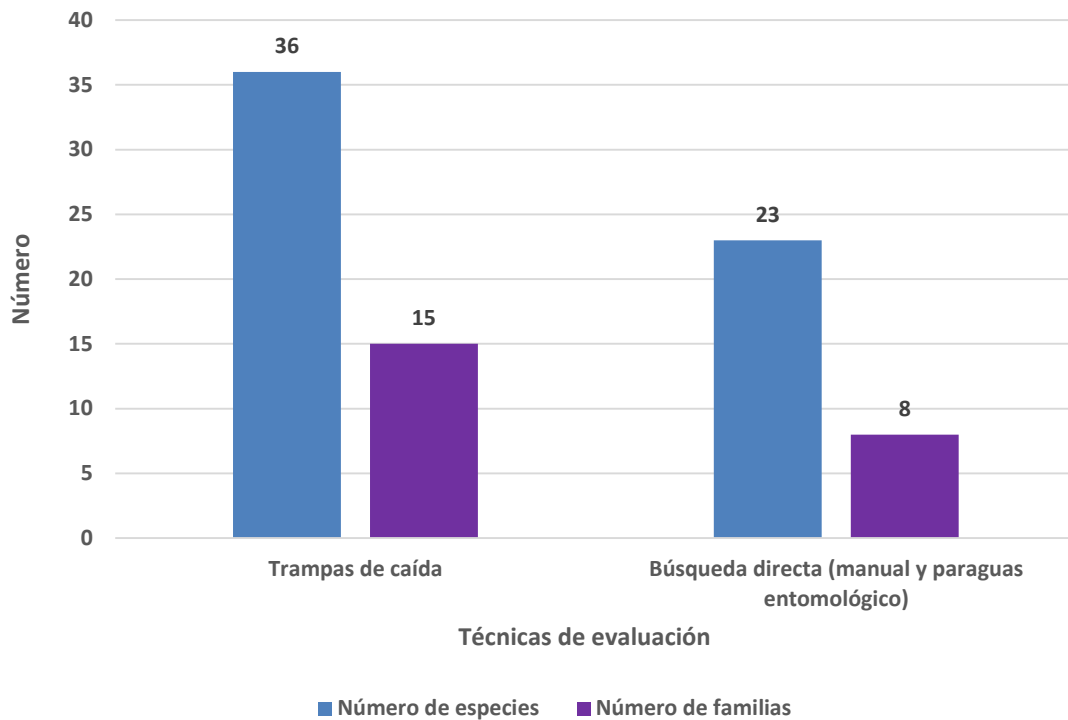


Figura 17. Número de especies y familias de arañas capturadas por técnicas empleadas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

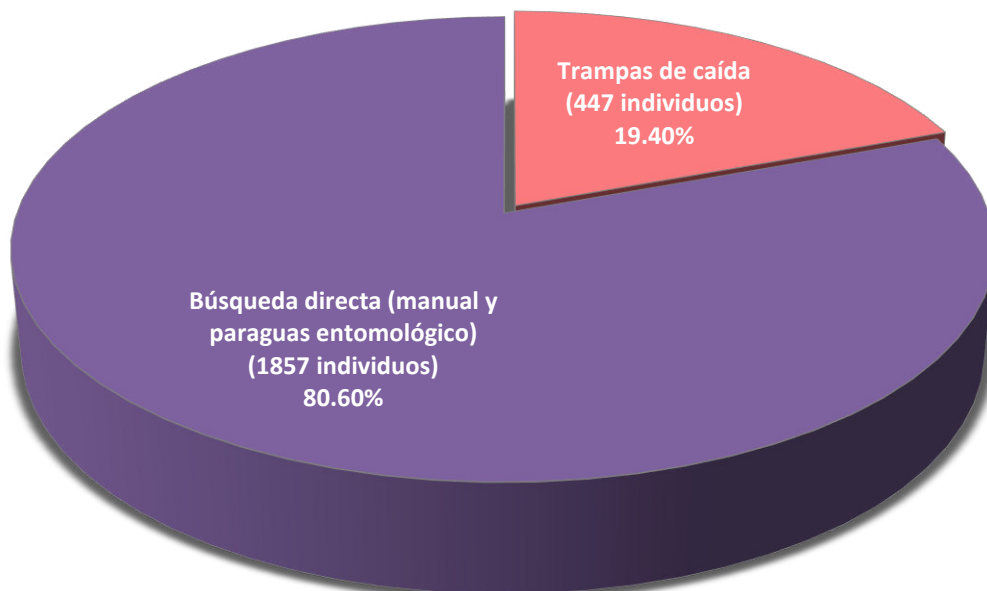


Figura 18. Distribución porcentual y abundancia de arañas capturadas por técnicas empleadas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

5.3.1. Búsqueda directa

Se colectaron 23 especies, 8 familias y 1857 individuos (Tabla 11, Fig. 17 y Fig. 18). Porcentualmente, se encontró el 48% y 55.6% del total de especies y familias registradas respectivamente, y el 80.60% de la abundancia total de individuos capturados. Los muestreos en forma manual y con paraguas entomológico compartieron entre sí 15 especies comunes (65.22%). Las familias más diversas (Fig. 19) fueron Salticidae y Linyphiidae (5 especies cada una), y las más abundantes (Fig. 20) fueron Thomisidae (912 individuos, 49.11%) y Anyphaenidae (512 individuos, 27.57%). La especie más abundante (Fig. 21) fue *Misumenops* sp.1 (46.70%). La curva de acumulación de especies (Fig. 22) se observó en continuo crecimiento y lejos de alcanzar su asíntota. Se registraron los cuatro gremios (Tabla 12 y Fig. 27), siendo más abundante el de las Cazadoras al acecho (49.33%) y Cazadoras errantes de follaje (32.47%), representando a su vez el 97.24% y 95.87% del total de individuos colectados por búsqueda directa (Tabla 13 y Fig. 28) en comparación a las trampas de caída para cada gremio respectivamente.

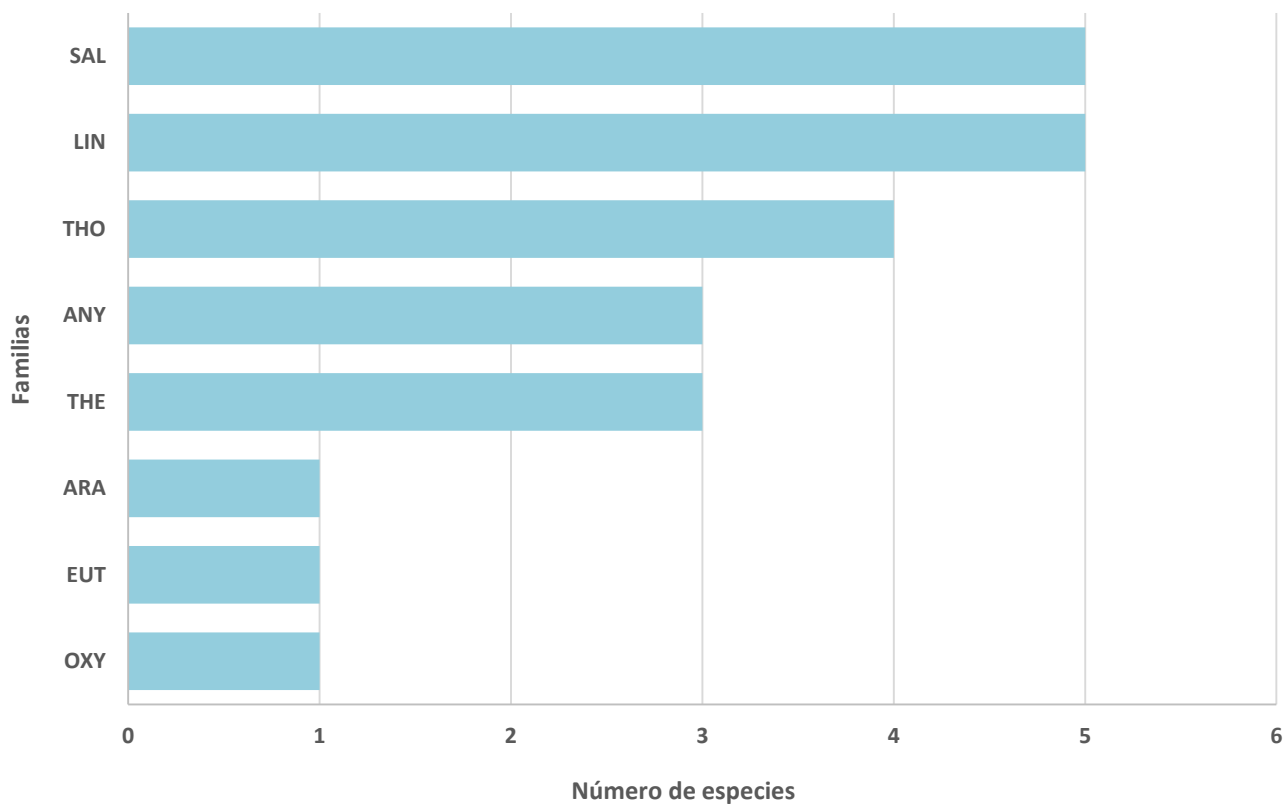


Figura 19. Riqueza de arañas en la técnica de búsqueda directa en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 - 2014, en La Molina - Lima.

(ANY=Anyphaenidae, ARA=Araneidae, EUT=Eutichuridae, LIN=Linyphiidae, OXY=Oxyopidae, SAL=Salticidae, THE=Theridiidae, THO=Thomisidae).

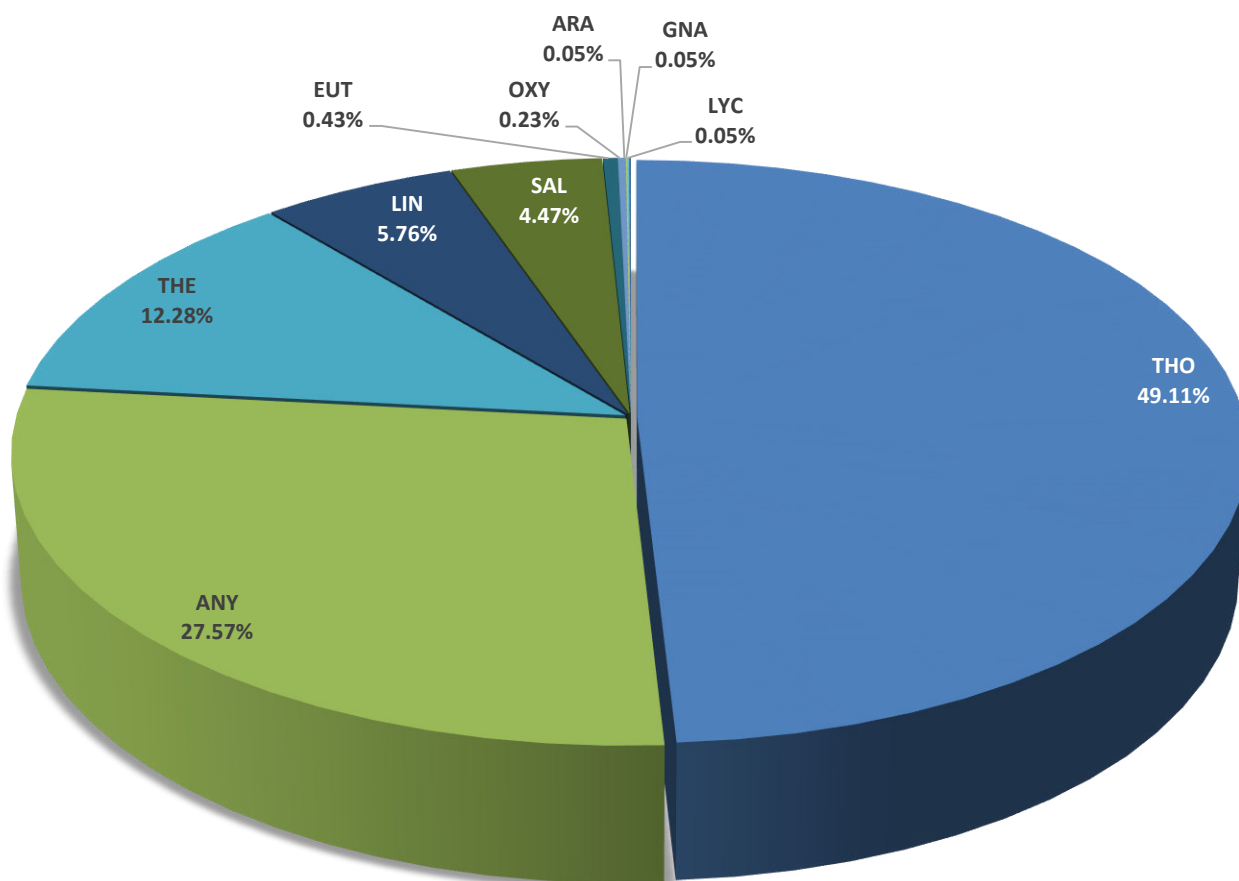


Figura 20. Distribución porcentual de arañas por familias capturadas en la técnica de búsqueda directa en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 - 2014, en La Molina - Lima.

(ANY=Anyphaenidae, ARA=Araneidae, EUT=Eutichuridae, GNA=Gnaphosidae, LIN=Linyphiidae, LYC=Lycosidae, OXY=Oxyopidae, SAL=Salticidae, THE=Theridiidae, THO=Thomisidae).

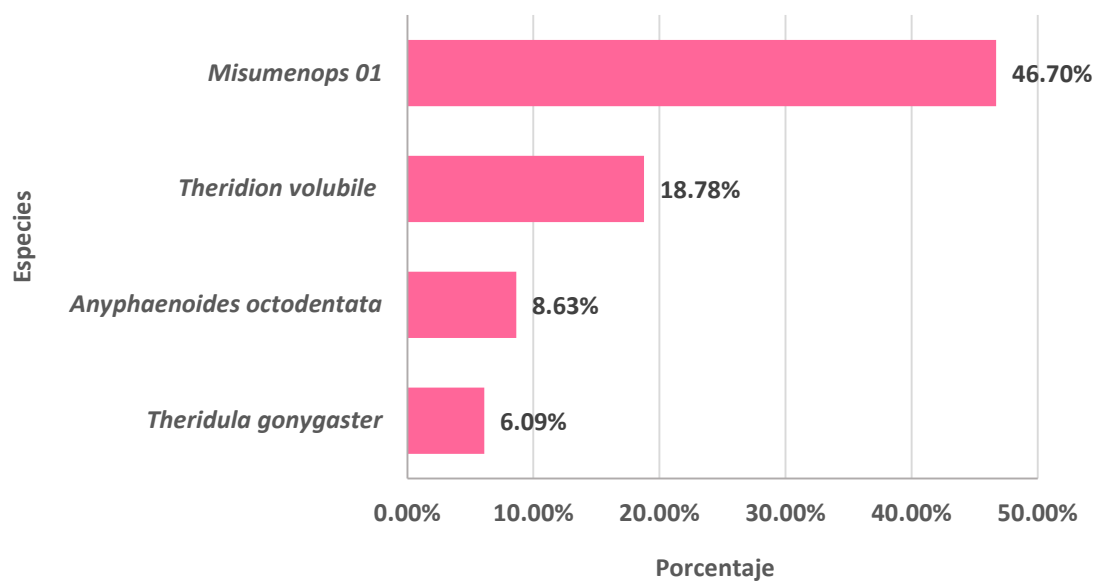


Figura 21. Distribución porcentual de las especies de arañas adultas más importantes colectadas en la técnica de búsqueda directa en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 - 2014, en La Molina - Lima.

*Las especies restantes (18) representaron cada una menos del 5% del total.

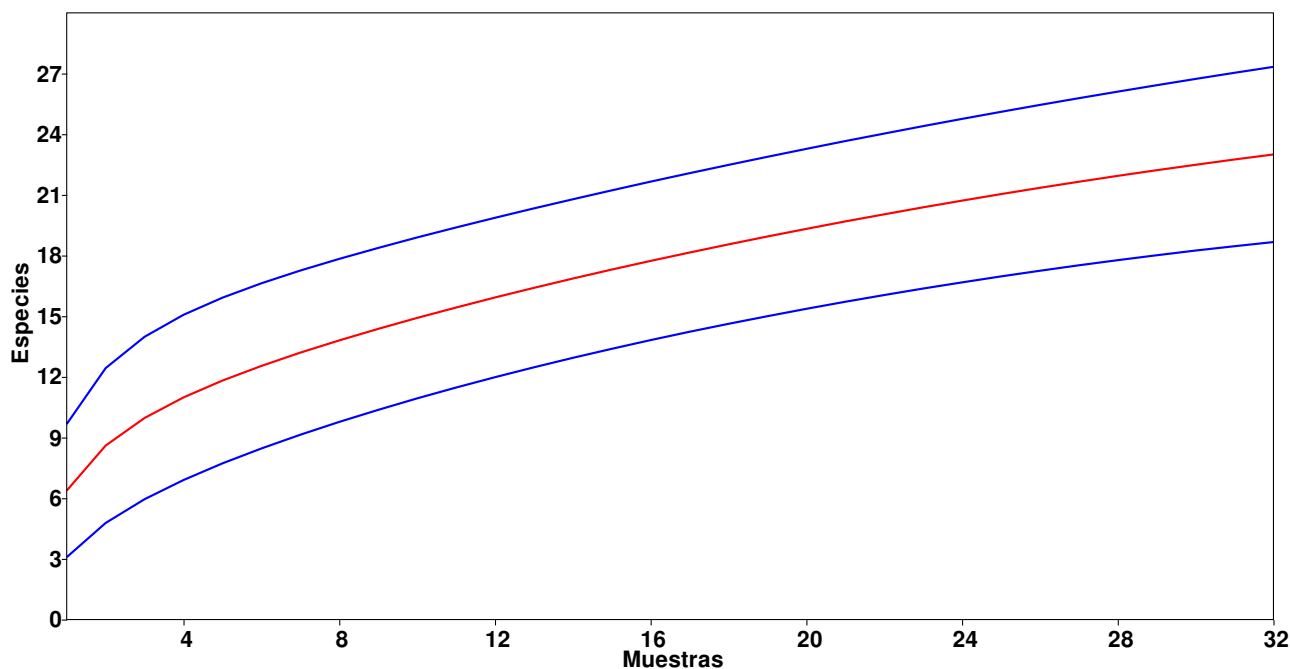


Figura 22. Curva de acumulación de especies de arañas registradas en la técnica de búsqueda directa en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 - 2014, en La Molina - Lima.

5.3.2. Trampas de caída.

Se registraron 36 especies, 15 familias y 447 individuos (Tabla 11, Fig. 14 y Fig. 15). En términos de porcentaje, correspondió al 76% y 83.3% del total de especies y familias inventariadas respectivamente, y el 19.40% de la abundancia total de individuos capturados. La familia más diversa (Fig. 20) fue Linyphiidae (8 especies) y las más abundantes (Fig. 21) fueron Lycosidae (149 individuos, 33.3%) y Gnaphosidae (144 individuos, 32.1%). La especie más abundante (Fig. 22) fue *Zelotes laetus* (36.42%), y la curva de acumulación de especies (Fig. 23), aunque no alcanzó la asíntota, se observó más cercana a su saturación que la observada en la técnica de búsqueda directa. Se colectaron los cuatro tipos de gremios registrados en esta investigación (Tabla 12 y Fig. 24), siendo más abundante el de las Cazadoras errantes terrestres (69.34%), constituyendo además el 99.36% del total de individuos colectados por trampas de caída (Tabla 13 y Fig. 25) en comparación a la búsqueda directa para este gremio.

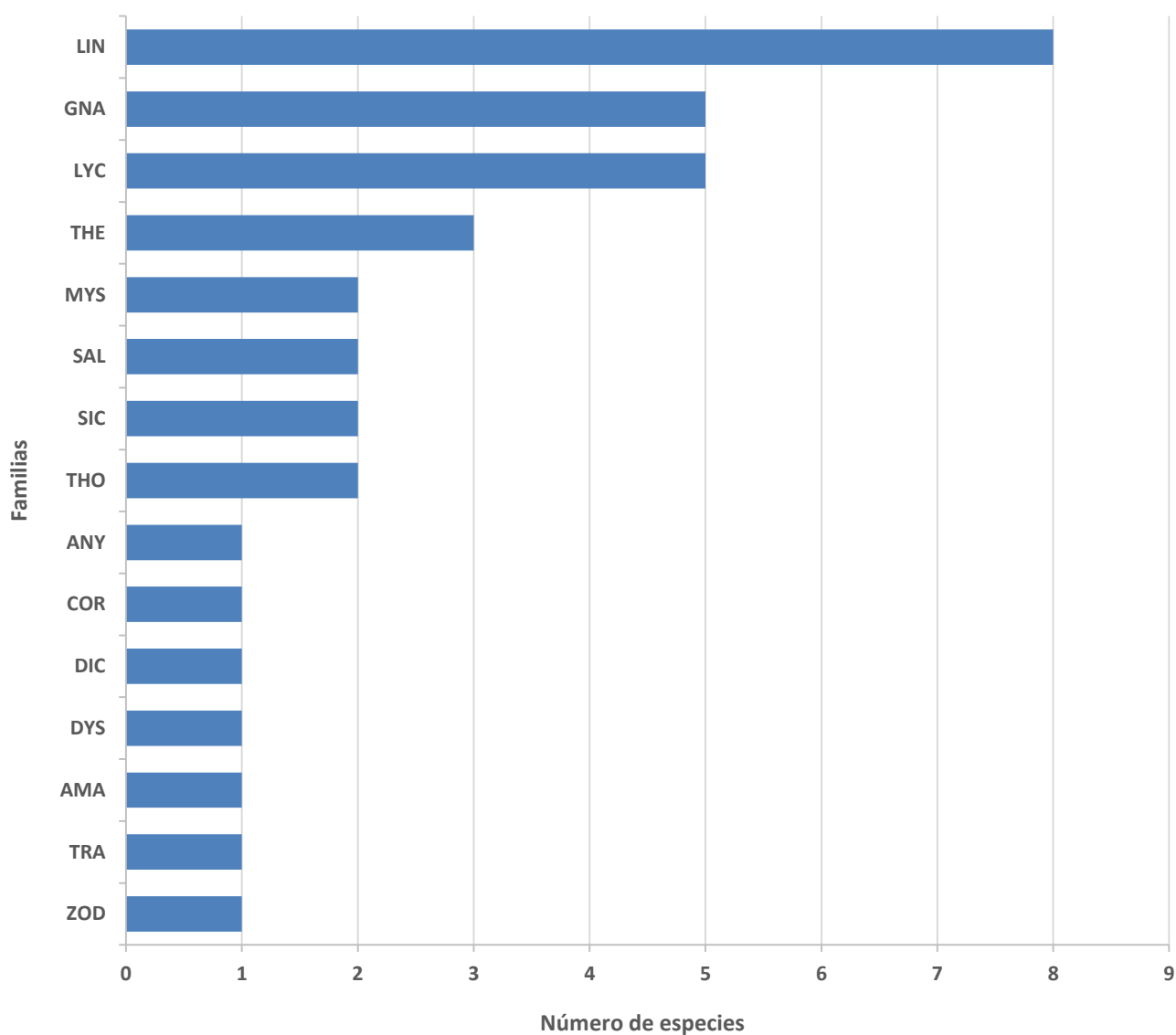


Figura 23. Riqueza de arañas en la técnica de trampas de caída en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 - 2014, en La Molina - Lima.

(AMA=Amaurobiidae, ANY=Anyphaenidae, COR=Corinnidae, DIC=Dictynidae, DYS=Dysderidae, GNA=Gnaphosidae, LIN=Linyphiidae, LYC=Lycosidae, MYS=Mysmenidae, SAL=Salticidae, SIC=Sicariidae, THE=Theridiidae, THO=Thomisidae, TRA= Trachelidae, ZOD=Zodariidae).

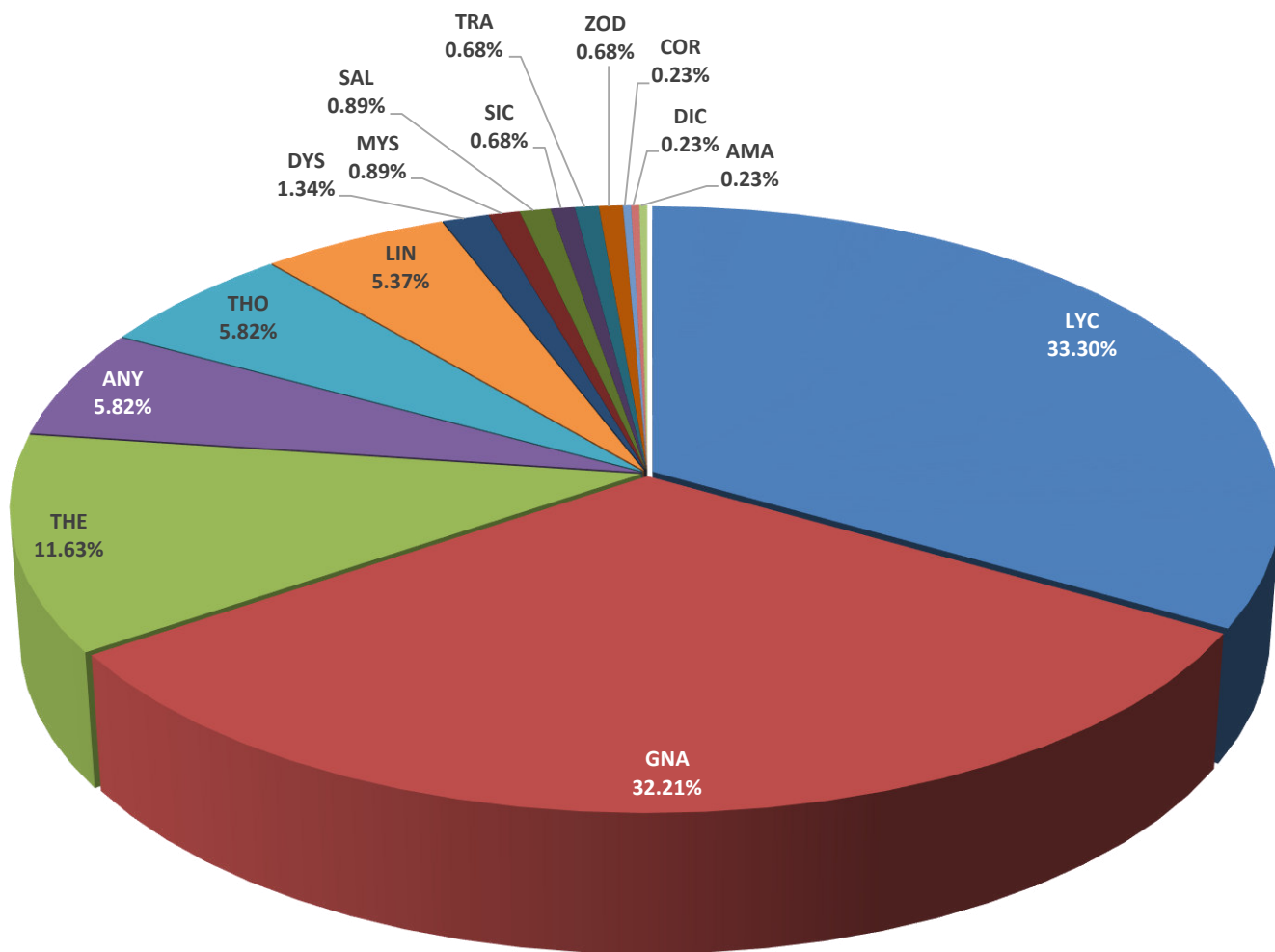


Figura 24. Distribución porcentual de arañas por familias capturadas en la técnica de trampas de caída en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 - 2014, en La Molina - Lima.

(AMA=Amaurobiidae, ANY=Anyphaenidae, COR=Corinnidae, DIC=Dictynidae, DYS=Dysderidae, GNA=Gnaphosidae, LIN=Linyphiidae, LYC=Lycosidae, MYS=Mysmenidae, SAL=Salticidae, SIC=Sicariidae, THE=Theridiidae, THO=Thomisidae, TRA= Trachelidae, ZOD=Zodariidae).

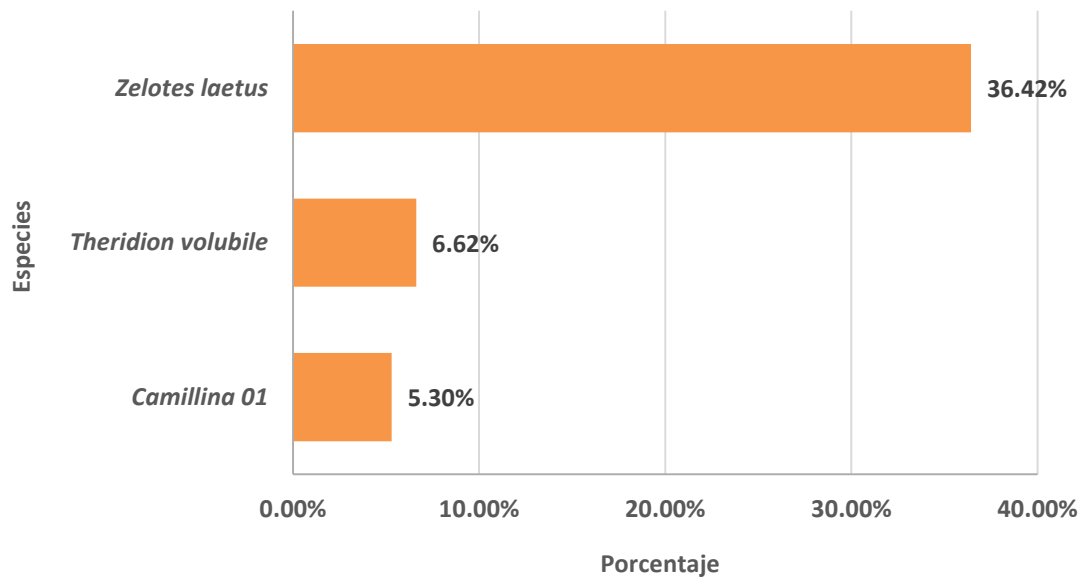


Figura 25. Distribución porcentual de las especies de arañas adultas más importantes colectadas en la técnica de trampas de caída en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 - 2014, en La Molina - Lima.

*Las especies restantes (32) representaron cada una menos del 5% del total.

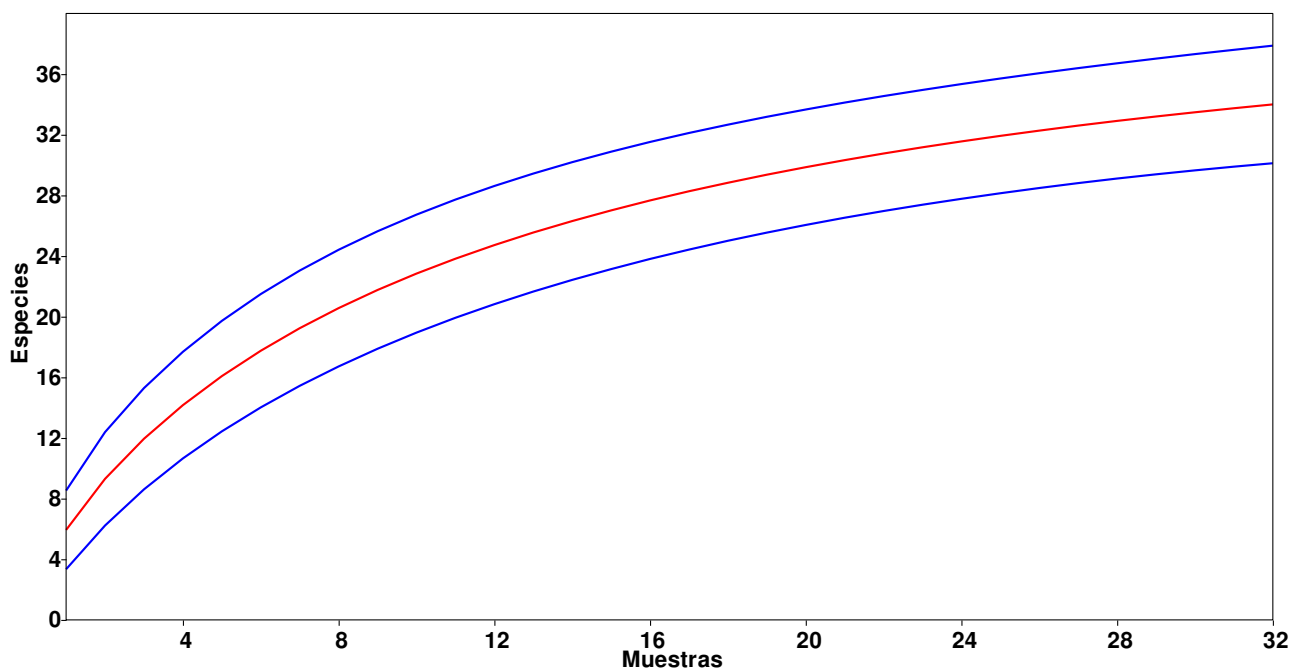


Figura 26. Curva de acumulación de especies de arañas registradas en la técnica de trampas de caída en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 - 2014, en La Molina - Lima.

Tabla 12. Abundancia y distribución porcentual de individuos en los gremios de arañas por técnicas empleadas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

Gremios	Trampas de caída		Búsqueda directa (manual y paraguas entomológico)	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Cazadoras al acecho	26	5.82%	916	49.33%
Cazadoras errantes de follaje	26	5.82%	603	32.47%
Cazadoras errantes terrestres	310	69.34%	2	0.11%
Tejedoras	85	19.02%	336	18.09%
Total	447	100%	1857	100%

Tabla 13. Abundancia y distribución porcentual de individuos en las técnicas empleadas por gremios de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

Gremios	Cazadoras al acecho		Cazadoras errantes de follaje		Cazadoras errantes terrestres		Tejedoras	
	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%
Trampas de caída	26	2.76%	26	4.13%	310	99.36%	85	20.19%
Búsqueda directa (manual y paraguas entomológico)	916	97.24%	603	95.87%	2	0.64%	336	79.81%
Total	942	100%	629	100%	312	100%	421	100%

Abreviaciones: Nro. = Número y % = Porcentaje.

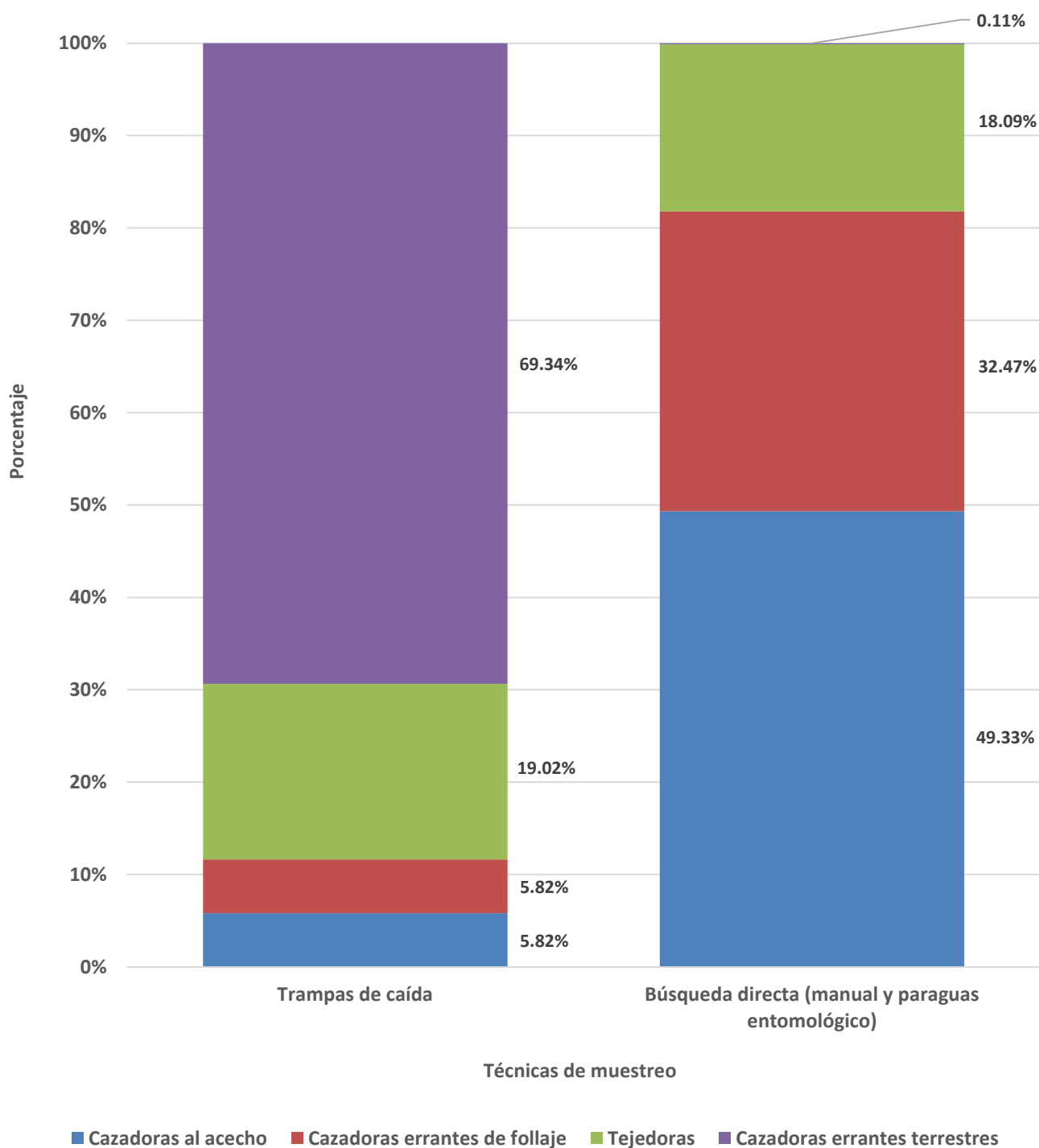


Figura 27. Distribución porcentual de los gremios de arañas por técnicas empleadas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

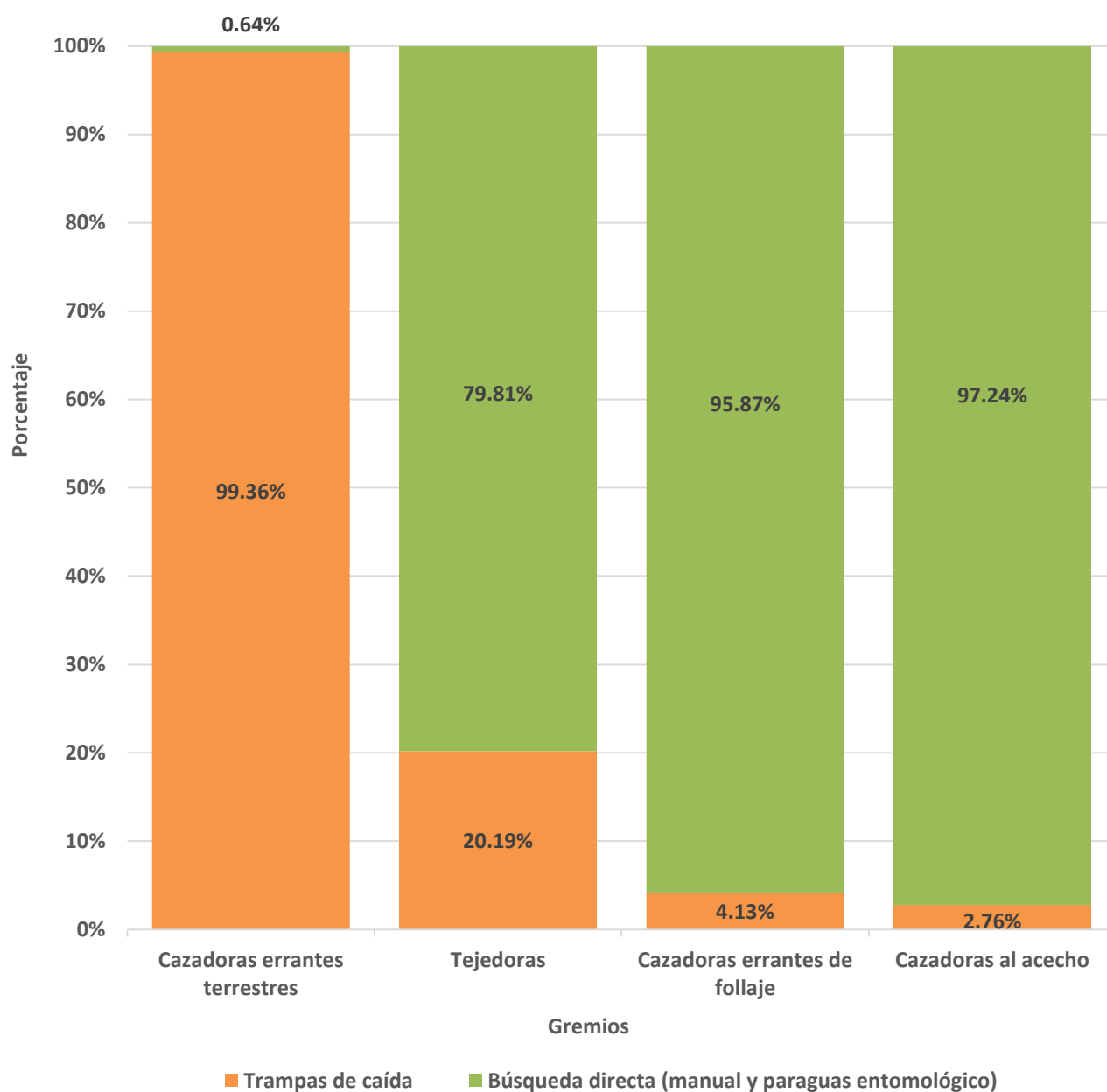


Figura 28. Distribución porcentual de individuos en las técnicas empleadas por gremios de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina - Lima.

5.4. Fluctuación Poblacional de la Araneofauna en el Cultivo de Algodón.

El orden Araneae estuvo presente durante todo el periodo fenológico del algodón (8 meses) (Fig. 26), y se observó una relación positiva entre el crecimiento de su población y el desarrollo del cultivo. Al inicio de la campaña, en el mes de noviembre, la población de arañas disminuyó luego de la primera aplicación del insecticida (Clorpirifos). Este producto se utilizó para controlar los gusanos de tierra en el cultivo, el cual se esparció en polvo alrededor del cuello de las plántulas, especialmente de aquellas que parecían haber sido cortadas por los gusanos. A pesar de la colonización de la araneofauna, después de la aplicación del insecticida clorpirifos, su población comenzó a disminuir rápidamente durante las dos evaluaciones subsecuentes (23/11/13 y 01/12/13).

Iniciando la segunda etapa fenológica del cultivo, en la formación de botón floral, se realizaron dos prácticas agronómicas, el desahije y la fertilización, los cuales no afectaron negativamente la población de arañas en el cultivo, ya que durante todo el periodo de esta etapa fenológica, la población de arañas siguió incrementando poco a poco pero firmemente. El desahije consistió en el retiro de plántulas de algodón para dejar solo dos por punto de siembra en el cultivo, ya que se colocaron alrededor de cuatro a cinco semillas por punto de siembra.

A partir de la floración y fructificación, la población de arañas aumentó notablemente en el cultivo, llegando a alcanzar tres picos de máximo crecimiento: el primer pico en la semana 10 (25/01/14) con 116 individuos, en la etapa de floración, el segundo pico en la semana 17 (22/03/14) con 153 individuos, y el tercer pico en la semana 20 (12/04/14) con 169 individuos, ambos en la etapa de fructificación. Pero generalmente el desarrollo de su población fue de manera muy fluctuante, entre repentinas y marcadas subidas y bajadas de la población, los cuales se detallan a continuación:

Empezando la etapa de floración se observó un crecimiento abrupto, alcanzando un registro de 116 arañas en la semana 10 (25/01/14), para luego decrecer precipitosamente durante este periodo, después del primer riego y la segunda aplicación de insecticida (Lufenuron, un inhibidor de síntesis de quitina contra *Heliothis virescens*), colectándose 39 arañas en la semana 12 (08/02/14). A partir de la etapa de fructificación la población de arañas comenzó a recuperarse y a incrementar rápidamente, encontrándose al inicio de este periodo 45 individuos en la semana 13 (15/02/14), y aumentando en forma constante hasta registrar 153 individuos en la semana 17 (22/03/14) (segundo pico de máximo crecimiento). Luego, la población de arañas volvió a disminuir drásticamente, alcanzando 92 individuos en la semana 19 (05/04/14), pero aumentando rápidamente, registrando 169 individuos en la semana 20 (12/04/14) (tercer pico de máximo crecimiento). Aproximadamente a la mitad del desarrollo del segundo pico y al inicio de la disminución de éste se realizaron el segundo y tercer riego respectivamente.

Durante el transcurso de la última etapa fenológica, en la fructificación, la fluctuación de arañas se mantuvo oscilante entre 80 y 120 individuos, pero luego del primer y segundo apañamiento (hacia el término del cultivo), la población de arañas disminuyó, registrándose 55 individuos en la semana 32 (12/07/14), en la última fecha de evaluación. En general, se observó un mayor desarrollo, aunque oscilante, de la población de arañas en el periodo de fructificación.

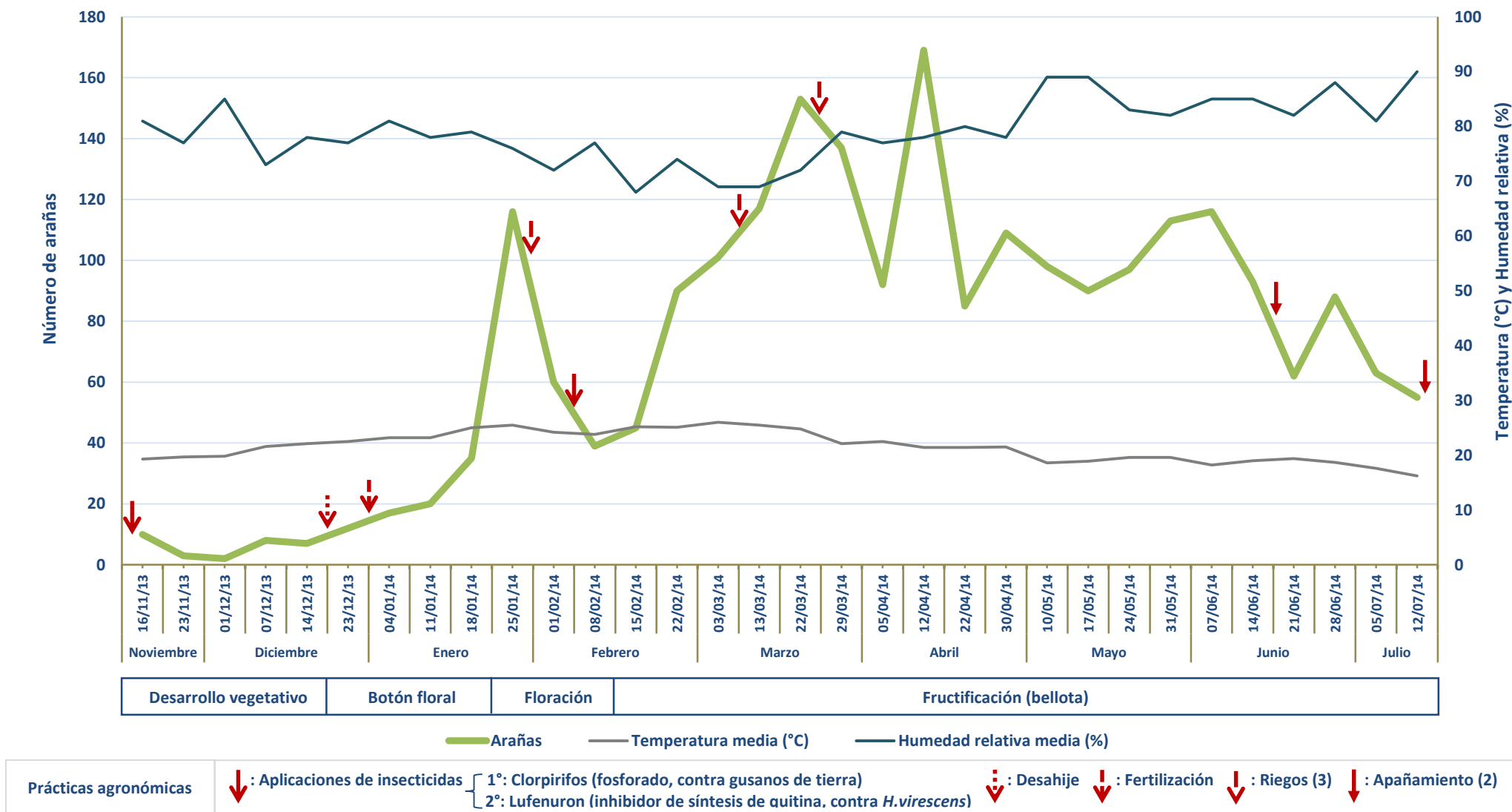


Figura 29. Fluctuación poblacional de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013 – 2014, en La Molina – Lima.

6. DISCUSIÓN

6.1. Diversidad y Abundancia de Arañas en el Cultivo de Algodón.

Se identificaron 50 especies y 18 familias de arañas en un cultivo de algodón de la Universidad Nacional Agraria La Molina (en el valle de Rímac), un registro muy similar a las 50 especies y 17 familias descritas por Aguilar (1977 y 1988) en diversos valles algodoneiros a lo largo de la costa peruana (incluido el valle de Rímac), y superior a las 27 especies y 19 familias citadas por Sarmiento (1992) en el algodón en Perú. Se reconocieron 37 especies y 6 familias nuevas de arañas, siendo en total 87 especies y 24 familias de arañas registradas para el cultivo de algodón en Perú. Este inventario considerable de nuevas especies en una sola campaña de evaluación, podría deberse primordialmente al esfuerzo de muestreo y técnicas de evaluación, ya que el esfuerzo de muestreo fue cada 7 días (32 evaluaciones), desde el inicio del cultivo (emergencia de plántulas) hasta su término (cosecha), y las técnicas de muestreo fueron dos (trampas de caída y búsqueda directa manual y con paraguas entomológico), trabajando con 10 trampas de caída y evaluando 120 plantas por búsqueda directa (100 plantas de forma manual y 20 plantas con paraguas entomológico) cada semana. A diferencia de Aguilar, el cual realizó 4 a 5 evaluaciones por campaña, y en su gran mayoría con una sola técnica de evaluación (búsqueda directa con paraguas entomológico, 10 plantas por campo) (Aguilar, 1974, 1975, 1976, 1978a, 1978b, 1979a, 1979b); además, solamente evaluó terminales u órganos de la planta (búsqueda directa manual) en los valles de Lurín y Mala (en forma esporádica) (Aguilar, 1965, 1968), y trampas de caída en el valle de Cañete (10 trampas, con un esfuerzo de muestreo cada 15 a 30 días) (Aguilar, 1979b).

En total se colectaron 2439 arañas, incluyendo los 135 individuos que no pudieron reconocerse por no encontrarse ejemplares adultos. Aguilar (1977, 1988) estimó las poblaciones de arañas, que dependiendo de la densidad de plantas o matas en el algodón, fluctuarían entre 60,000 y 600,000 individuos por hectárea, y observó su relación directa con el vigor de las plantas, capturando 10 a 30 arañas por mata en un campo en desarrollo completo.

En estudios concisos, correspondientes a solo una campaña del cultivo, se tienen los siguientes: En Irán, en la campaña 2003 - 2004, se registraron 45 especies y 19 familias de arañas, utilizando trampas de caída y red entomológica (Ghavami *et al.* 2007). En Argentina (campaña 2005 – 2006), se reconocieron 32 especies y 16 familias de arañas en cultivos de algodón transgénico y convencional, mediante tres técnicas de muestreo: red entomológica de arrastre, paño vertical de un metro y trampas de caída (Almada *et al.* 2012). En algodón orgánico, en España (campaña 2006 – 2007), batiendo directamente las plantas, se encontraron 20 especies y 11 familias de arañas (Pérez-Guerrero *et al.* 2009). En la India, en la campaña 2012-2013, empleando red de barrido, red aérea, método de golpeo, método de la hojarasca y recolección a mano, se colectaron 19 especies y 8 familias de arañas (Mahalakshmi & Jeyaparvathi, 2014).

Sin embargo, en estudios extensos, se observa una diversidad superior (sobre todo en el número de especies): Zhao (1984), citado por Dippenaar-Schoeman *et al.* (1999), en China, encontró 130 especies y 20 familias de arañas; Breene *et al.* (1993) en Texas (Estados Unidos), en un periodo de 12 años, registraron 146 especies y 21 familias de arañas, realizando evaluaciones de la planta entera con red de barrido, aspiradora D-Vac o colección a mano; y Dippenaar-Schoeman *et al.* (1999) en Sudáfrica, durante 18 años, reconocieron 127 especies y 31 familias de arañas mediante trampas de caída, colección a mano con red de barrido o bandeja y evaluaciones de la planta entera.

En comparación con otros cultivos evaluados en Perú, el algodón es el más diverso, aunque son muy pocos los estudios específicos de araneofauna en cultivos en nuestro país. Por orden de mayor a menor diversidad hallada se tienen los siguientes: manzano, con 48 especies y 15 familias de arañas en el valle de Mala (Lima) (Benamú & Aguilar, 2001); camote, con 26 especies y 13 familias de arañas en los valles de Rímac y Lurín (Lima) (Pérez, 1996); y mandarina, con 17 especies y 9 familias en el distrito de Ate Vitarte (Lima) (Benamú, 1999).

Los factores antropogénicos, es decir, las prácticas culturales empleadas por el hombre en los campos agrícolas, pueden ser uno de los factores más dañinos para la araneofauna, pudiendo haber alterado la diversidad y abundancia de las arañas en el cultivo de algodón evaluado. Los agroecosistemas son hábitats interrumpidos, fuertemente influenciados por las prácticas culturales (Marc *et al.* 1999). La aplicación de plaguicidas, labranza, fertilización, irrigación, cosecha, y otras prácticas agrícolas afectan en diversas medidas el patrón de distribución de las arañas en los microhábitats, y con ello, su riqueza y densidad dentro de un determinado hábitat o campo agrícola (Ferenc *et al.* 1999; Marc *et al.* 1999; Butt & Muhammad, 2012). Muchos estudios alrededor del mundo han demostrado que el uso de plaguicidas es detrimental para la diversidad y abundancia de arañas en diversos cultivos (Marc *et al.* 1999); así también, como la labranza y la cosecha causan severas reducciones en las poblaciones de arañas (Ferenc *et al.* 1999). No obstante, en campos altamente fertilizados mantienen más detritívoros, herbívoros y depredadores (Butt & Muhammad, 2012).

La diversidad y abundancia de arañas varía de acuerdo al sistema de manejo agronómico, siendo pobre en un cultivo intensivo o convencional, y rico, incluso mayor que un hábitat natural, en un cultivo más ecológico o de bajos insumos (con manejo integrado u orgánico), debido principalmente a la ausencia de agroquímicos (Ferenc *et al.* 1999; Butt & Muhammad, 2012). Las prácticas agrícolas de fuerza y frecuencia

intermedia, ayudarían a mantener y mejorar la comunidad de araneofauna (Ferenc *et al.* 1999; Marc *et al.* 1999; Butt & Muhammad, 2012); además de la diversificación en el campo, implementando 'strip farming', 'intercropped polycultures', 'mulching', etc., encontrando una mayor riqueza y densidad de arañas, y una disminución de plagas que en un monocultivo (Ferenc *et al.* 1999).

A nivel mundial el algodón es uno de los cultivos más infestados por plagas (Beingolea, 1959); y por ello, es aquel en donde se emplean más plaguicidas (Centro de Comercio Internacional, 2007). En Perú se da un caso único en el mundo, ya que la mayoría de las plagas del algodón son controladas eficientemente por sus enemigos naturales, gracias a la naturaleza de sus valles, que son como un oasis en medio del desierto (Beingolea, 1959). Sería difícil mantener la producción de algodón sin el impacto regulador de las especies benéficas en las plagas (Herrera, 1987). Es por ello, que con el fin de respetar la acción de su fauna benéfica, se realiza un manejo integrado de plagas en este cultivo, siendo el algodón en Perú, la primera experiencia a nivel mundial de un manejo integrado de plagas (Herrera, 2010). Cisneros (1992) definió el Control o Manejo Integrado de Plagas (MIP) como: 'Un sistema que trata de mantener las plagas de un cultivo a niveles que no causen daño económico utilizando preferentemente los factores naturales adversos al desarrollo de las plagas, incluido los factores de mortalidad natural; y sólo en última instancia, recurre al uso de plaguicidas como medida de emergencia'. Siendo entonces, el cultivo de algodón peruano, próspero para el desarrollo de su araneofauna, en relación al sistema de su manejo agrícola.

Los factores bióticos, como la complejidad del hábitat y la heterogeneidad del paisaje, son parámetros muy importantes influyentes en la diversidad y abundancia de la araneofauna, los cuales se detallarán a continuación.

La complejidad del hábitat está relacionada directamente con la riqueza y abundancia de arañas (Jiménez-Valverde & Lobo, 2007; Rodrigues *et al.* 2009); siendo su estructura, y sobre todo, la complejidad de su vegetación, unos de los factores más importantes (Jiménez-Valverde & Lobo, 2007). La complejidad en la vegetación produciría probablemente efectos directos e indirectos, la disponibilidad de estructuras para unir una telaraña, acechar y obtener sitios de refugio serían los efectos más directos; mientras que el microclima, la disponibilidad de presas o el canibalismo reducido constituirían los efectos indirectos (Jiménez-Valverde & Lobo, 2007). Al nivel del agroecosistema, un campo agrícola representaría un hábitat, en esta investigación sería el cultivo de algodón. Sin embargo, los cultivos no poseen complejidad en su vegetación, lo que añadiría su variedad podrían ser las malezas que crecen adversamente para el agricultor; pero en el caso del algodón, prácticamente no hubo malezas por el tipo de manejo del cultivo, sin recurrir a herbicidas.

A pesar de la ausencia de una fuerte asociación de las arañas con las plantas hospedadas, el tipo de vegetación es significativo, principalmente por la relación con su estructura (Urones & Puerto, 1988); aunque el mecanismo exacto de su influencia es desconocido (Jiménez-Valverde & Lobo, 2007). Young y Edwards (1990); Ferenc *et al.* (1999) y Rodrigues *et al.* (2009) detallaron que la diversidad y abundancia de la araneofauna radica en la complejidad estructural de las plantas. En Estados Unidos, igualmente el cultivo de algodón fue el más diverso (308 especies), seguido por el de soja (262 especies), alfalfa (233 especies), caña de azúcar (137 especies), maíz (136 especies), maní (131 especies), sorgo (88 especies), arroz (75 especies) y guar (52 especies). Estos cultivos pueden ser divididos en dos grupos de acuerdo a la forma de crecimiento: dicotiledóneas, que poseen una ramificación múltiple (algodón, alfalfa, soja, maní y guar), y monocotiledóneas, que tienen una ramificación simple (arroz, sorgo, caña de azúcar y maíz); lo cual explica que las dicotiledóneas (como el algodón), al

poseer más ramificaciones, generan una mayor complejidad estructural, y con ello, el beneficio de la diversidad y abundancia en su araneofauna (Young & Edwards, 1990).

La heterogeneidad del paisaje influye positivamente en la diversidad y abundancia de la araneofauna de los cultivos, encontrándose una mayor diversidad de arañas en ambientes naturales o mejor preservados en comparación con los campos agrícolas adyacentes como arroz, maíz, soja, trigo y otros cereales (Liljesthröm *et al.* 2002, Schmidt & Tschardtke, 2005a; Rodrigues *et al.* 2009; Gardiner *et al.* 2010; Pluess *et al.* 2010; Armendano & González, 2011); y con una alta proporción de cultivos perennes (Öberg *et al.* 2007). Las áreas cercanas en los márgenes de los cultivos, con vegetación diferenciable, siendo a veces más complejas y generalmente menos manejadas, podrían servir como refugios y sitios de hibernación para las arañas (Schmidt & Tschardtke, 2005b; Öberg *et al.* 2007; Rodrigues *et al.* 2009). Las arañas podrían moverse entre estos ambientes cercanos, como Armendano y González (2011) detallaron, ya que la semejanza observada entre las familias de las comunidades de araneofauna del margen y del cultivo revelaría que la colonización se iniciaría en las áreas adyacentes. Los márgenes del campo pueden actuar como una fuente de dispersión hacia los cultivos, que son frecuentemente perturbados por diversos manejos agronómicos, o abandonándolos cuando el disturbio es muy alto (Schmidt & Tschardtke, 2005b; Öberg *et al.* 2007; Rodrigues *et al.* 2009).

Las áreas colindantes al cultivo de algodón evaluado fueron: 1) un cultivo de 'Pasto de elefante' *Pennisetum purpureum* (una planta perenne monocotiledónea perteneciente a la familia Poaceae), la cual se utiliza como alimento para el ganado; 2) un bosque de árboles de pino *Pinus* sp. (un árbol perenne conífero perteneciente a la familia Pinaceae); y 3) algunos árboles de plátano (*Musa paradisiaca*) y de mimosa (*Acacia longifolia*) como bordes del campo.

Rodrigues *et al.* (2009) evaluaron la diversidad de arañas en el agroecosistema de arroz y sus áreas adyacentes (borde del bosque y pastizal), y registraron una mayor diversidad en el borde del bosque (62 especies), seguido por el cultivo de arroz (38 especies) y el pasto (26 especies). Los autores resaltaron la importancia de las áreas cercanas a los agroecosistemas, concluyendo que la elevada diversidad en el borde del bosque constituiría un refugio importante para las arañas que habitan en las zonas con alta perturbación antropogénica, como los agroecosistemas; no obstante, el menor número de individuos colectados en relación con el pastizal, podría deberse a un efecto indirecto con la productividad de la planta. Los hábitats perennes abiertos potenciarían el aumento de la araneofauna al nivel de paisaje, y con ello fortalecerían la abundancia de arañas en los campos agrícolas adyacentes (Schmidt & Tschardtke, 2005b). Los hábitats boscosos también fueron importantes en la riqueza y composición de las arañas en cultivos de colza oleaginosa (Gardiner *et al.* 2010). Por lo que probablemente y principalmente, el bosque adyacente al algodonal investigado, por su extensión y por ser una zona casi sin perturbación, influyó notablemente en la riqueza y abundancia de su araneofauna.

Además de los parámetros biológicos mencionado anteriormente, la disponibilidad de presas y la competencia con otros depredadores son importantes en el éxito de la araneofauna (Marc *et al.* 1999; Rodrigues *et al.* 2009).

Los factores abióticos también son considerados influyentes para la riqueza y abundancia de arañas, como por ejemplo: la humedad, temperatura, altitud, estacionalidad y estabilidad ambiental (Ferenc *et al.* 1999, Liljesthröm *et al.* 2002, Jiménez-Valverde & Lobo, 2007, Rodrigues *et al.* 2009). Jiménez-Valverde & Lobo (2007) señalaron la importancia de la estructura de la vegetación en la diversidad de arañas tejedoras en comparación con otras variables como la altitud y el clima (templado, tropical y subtropical); otros factores relevantes después de la estructura de

vegetación, fueron la disponibilidad de presas y la temperatura, mientras que la humedad no tuvo efecto. Entre las características más importantes a tomar en cuenta para las arañas, se encuentran las condiciones microclimáticas (Marc *et al.* 1999). Cady (1984) destacó la estrecha relación entre la complejidad estructural de la vegetación y el microclima. Existe un fuerte efecto del microclima en la preferencia de ubicación de la telaraña, la cual está en concordancia con la humedad para Araneidae, Tetragnathidae y Linyphiidae, y con la temperatura para *Agelenopsis aperta* (Agelenidae) (Ferenc *et al.* 1999).

La relación de la temperatura, humedad y precipitación con la araneofauna en los cultivos han mostrado resultados contrastantes: Le Sar y Unzicker (1978), citados por Liljesthröm *et al.* (2002), registraron una mayor diversidad de arañas en el primer año de estudio a comparación del segundo, siendo el primero mucho más húmedo, en cultivos de soja en Illinois. En cambio, Vijaykumar (2004) no encontró correlación significativa de la temperatura y humedad con las arañas en el cultivo de arroz, en la India. Rodrigues *et al.* (2009) solo hallaron relevancia entre la correlación de la temperatura y abundancia de arañas en el borde del bosque (adyacente a un cultivo de arroz), ni el cultivo ni su pastizal adyacente mostraron significancia.

Se registró una abundancia significativamente mayoritaria de arañas juveniles (1957, 84.94%) y una baja cantidad de arañas adultas (347 individuos, 15.06%). El predominio de arañas juveniles concuerda con lo encontrado por Pérez-Guerrero *et al.* (2009) y Almada *et al.* (2012), en cultivos de algodón en España (91.07%) y Argentina (60%) respectivamente. Además, coinciden con otros cultivos y áreas naturales (Almada *et al.* 2012; Avalos *et al.* 2013), donde más del 60% fueron individuos juveniles. En estudios de ecología de comunidades, la relación de arañas juveniles y adultas evidenció una constante colonización de los márgenes del cultivo hacia éste (Almada *et al.* 2012).

Del total de arañas adultas colectadas, hubo una mayor proporción de machos, constituyendo el 61.38% (213 individuos), y las hembras el 38.62% (134 individuos), siendo la proporción de machos/hembras 1.59. Estos resultados se asemejan a un estudio realizado en *Misumenoides formosipes* (Thomisidae), donde se obtuvo una proporción predominante en machos (2.37) (Dodson *et al.* 2015); contrastante a lo encontrado por Ghavami *et al.* (2007), donde registraron una proporción machos/hembras de 0.17 en cultivos de algodón en Irán.

La fase de adultez en las arañas está designada casi exclusivamente para la reproducción. El tiempo de vida de los machos es generalmente más corto que el de las hembras, esto podría deberse a que los machos se mueven alrededor en búsqueda de hembras, por lo que corren más peligro de encontrar un depredador, y también a que los machos de numerosas especies prácticamente no se alimentan mientras buscan a su pareja (Marc *et al.* 1999). En condiciones naturales, bajo temperaturas constantes o fluctuantes, generalmente los machos no exceden de uno a un mes y medio su periodo de vida; en cambio, las hembras tienden a sobrevivir más, cazando más presas y produciendo más huevos (Li & Jackson, 1996; Marc *et al.* 1999).

El sesgo en la proporción de sexos se adaptaría a la estrategia de apareamiento del macho (Tuni & Berger-Tal, 2012). Cuando la proporción es superior en hembras, éstas tendrían muy bajas posibilidades de encontrar un segundo macho, por lo que se reduciría la competencia entre machos y habría más probabilidad de que se obtenga la paternidad completa para la descendencia por cada apareamiento; además, permitiría a los machos seguir en su búsqueda de nuevas oportunidades de apareamiento en lugar de invertir en una sola pareja, y con ello aumentaría su éxito reproductivo (Tuni & Berger-Tal, 2012). En cambio, cuando la proporción es superior en machos, habría mayor competencia entre ellos, por lo que invertirían en la protección de su paternidad

compitiendo entre ellos o cuidando a su pareja, en lugar de invertir en más oportunidades apareamientos (Tuni & Berger-Tal, 2012).

Las investigaciones señalaron que, existe una mayor proporción de hembras entre las arañas adultas en la mayoría de las especies sociales y también en las solitarias (Gunnarsson & Andersson, 1996). Más aún, esta predominancia de hembras se hallaría desde el estado de huevo; es decir, la proporción primaria; que podría ser producida por un mecanismo postmeiótico pero prezigótico (Gunnarsson & Andersson, 1996); o en el caso de la araña *Oedothorax gibbosus* (Linyphiidae), donde las bacterias endosimbiontes (en particular *Wolbachia*) producirían esta variación (Vanthournout *et al.* 2011).

Analizando detalladamente las arañas adultas registradas, se observó que las familias con hábitats terrestres fueron las de mayor porcentaje de adultos (mayor a 50%): Corinnidae, Amaurobiidae, Mysmenidae, Trachelidae, Zodariidae (100%) y Gnaphosidae (53.10%); excepto por Sicariidae (33.33%), Dysderidae (16.67%) y Lycosidae (8%); siendo todas estas familias capturadas en su mayoría por las trampas de caída (aproximadamente el 70%), ya que esta técnica captura generalmente artrópodos epígeos, siendo en este caso de arañas epígeas (Winder *et al.* 2001; Prasifka *et al.* 2007; Jud & Schmidt-Entling, 2008). Precisamente, estos resultados concuerdan con los estudios realizados en trampas de caída, donde fueron más eficientes en capturar arañas adultas (Uetz & Unzicker, 1976; Churchill, 1993; Azevedo *et al.* 2002), ya que están relacionadas a una mayor actividad de los adultos en comparación a los juveniles (Álvares *et al.* 2004), y aunque los inmaduros no son capturadas en las trampas de caída, ocurren en grandes números en el suelo y cerca a él (Topping & Sunderland, 1992). A su vez, en la fase adulta, los machos son más activos que las hembras, debiéndose por ello, la alta proporción de machos encontrados en trampas de caída (Álvares *et al.* 2004). Esto explicaría la alta proporción de machos en esta

investigación, ya que los adultos fueron capturados en su mayoría por las trampas de caída.

El bajo porcentaje de arañas adultas capturadas en Lycosidae (8%) se debería a un comportamiento distintivo de las hembras en esta familia: su cuidado maternal (Nyffeler, 2000). Luego de la oviposición, la hembra transporta el cocón de huevos con las hilanderas (aunque algunas especies guardan sus sacos de huevos en madrigueras cavadas en el suelo), y después de la eclosión, los juveniles (entre 40 a 100 arañitas) se colocan en el dorso del abdomen de la madre, siendo llevados los primeros días o semanas (alimentándose de su abastecimiento de yema), hasta la segunda muda, donde comienzan a dispersarse (Nyffeler, 2000; Ubick *et al.* 2005; Jocqué & Dippenaar-Schoeman, 2006). Entonces, las hembras adultas al caer en las trampas de caída, fueron capturadas en conjunto con sus crías o juveniles, y siendo éstas muy numerosas, aumentaron el porcentaje de juveniles encontrados (92%).

6.1.1. Diversidad de las familias de arañas

Las familias con mayor diversidad de especies fueron Linyphiidae y Salticidae (16% y 14% del total de especies respectivamente); sin embargo, Aguilar (1977) y Sarmiento (1992) registraron a Salticidae como la familia más diversa con el 22% y 26% del total de especies cada uno.

En estudios cortos, realizados en una sola campaña del cultivo, las familias más diversas fueron Thomisidae (20% del total de especies) en España (Pérez-Guerrero *et al.* 2009), y Salticidae (32% del total de especies) en India (Mahalakshmi & Jeyaparvathi, 2014). En investigaciones extensas, las familias más diversas fueron: Salticidae (14% del total de especies) en Arkansas (Estados Unidos) (Dean *et al.* 1982); Salticidae y Araneidae (24% y 20% del total de especies respectivamente) en Texas (Estados

Unidos) (Breene *et al.* 1993); y Thomisidae y Araneidae (17% y 14% del total de especies respectivamente) en Sudáfrica (Dippenaar-Schoeman *et al.* 1999).

Linyphiidae fue la familia más diversa en esta investigación, pero a nivel mundial es la segunda familia más diversa de Araneae, compuesta por 4537 especies y 600 géneros (World Spider Catalog, 2017). Su conocimiento en Sudamérica es escaso por falta de estudios taxonómicos en la región neotropical y es probable una gran subestimación del número real de especies en Perú (Lopes & Brescovit, 2012), por estos factores su identificación en este estudio pudo realizarse en su mayoría al nivel de morfoespecie.

Esta familia se encuentra distribuida a nivel mundial, pero con mayor diversidad en las regiones más templadas y frías del hemisferio norte (Ubick *et al.* 2005; Jocqué & Dippenaar-Schoemann, 2006). Está adaptada a áreas frecuentemente perturbadas, especialmente en los agroecosistemas (Rodrigues *et al.* 2009), y con buen potencial para el control de plagas (Thorbek, 2003). Dominan la araneofauna en cultivos del norte de Europa (Thorbek, 2003), siendo más comunes en campos de trigo (Bogya, 1999). En cambio, en agroecosistemas del continente sudamericano, Linyphiidae es pobre en su diversidad en comparación con otras familias (Rodrigues *et al.* 2009).

La alta diversidad de Linyphiidae en esta investigación podría deberse principalmente a su alta capacidad para trasladarse mediante 'ballooning' (Marc *et al.* 1999). La araña escala a un punto alto de la planta y gira a dirección del viento, luego expulsa varias hebras de seda y suelta la planta, arrastrándose con las hebras a través del viento, como si fuera un globo (Marc *et al.* 1999). Este método de dispersión explica el porqué las arañas son tan rápidas en colonizar los agroecosistemas perturbados (por ejemplo después de una aplicación de plaguicidas); además, los bordes de campos y tierras no cultivadas cercanas ayudarían a la recolonización del cultivo por las arañas si la estructura de la vegetación es similar. Por su alto poder de dispersión, esta familia está

bien adaptada al patrón espacial y temporal de las alteraciones de los agroecosistemas (Halley *et al.* 1996; Marc *et al.* 1999). 'Ballooning' es realizado generalmente por los últimos estadios de juveniles, aunque también pueden realizarlo los adultos, ya que depende del peso y tamaño, como se observó en muchos adultos de pequeñas especies de Linyphiidae (Marc *et al.* 1999).

Siendo Salticidae la segunda familia con mayor riqueza de especies registradas en este estudio, es la familia más diversa de arañas en todo el mundo, constituida por 5944 especies y 620 géneros (World Spider Catalog, 2017), con mayor diversificación en zonas tropicales (Ubick *et al.* 2005) y extremadamente activas en la vegetación con climas cálidos y soleados (Bogya, 1999).

La alta diversidad de Salticidae en este estudio podría deberse a ciertos factores inherentes de la familia como: 1) la amplia variedad de habitar diversos microhábitats, como en la vegetación baja, en las ramas y troncos de los árboles, en el suelo, desde debajo de la hojarasca hasta la parte superior de los árboles forestales (Richmann & Jackson, 1992; Bogya, 1999; Dippenaar-Schoeman *et al.* 2001; Ubick *et al.* 2005; Jocqué & Dippenaar-Schoemann, 2006). 2) Su estrategia de caza o comportamiento, siendo una familia diurna, corredora libre para cazar sus presas, reconocida por su visión bien desarrollada, mucho mayor que la de cualquier otro invertebrado terrestre (Blest, 1983; Dippenaar-Schoeman *et al.* 2001; Jocqué & Dippenaar-Schoemann, 2006; Hill & Richman, 2009). Esta característica extraordinaria ha hecho que evolucione con diferentes estilos de vida, por ejemplo, en sus estrategias de captura, como el acecho visual (como un gato), la emboscada, etc., mostrando destacables habilidades para desarrollar tácticas de captura y localización de sus presas, optimizando la eficiencia y evitando daños (Ubick *et al.* 2005; Hill & Richman, 2009).

Otro factor importante podría ser su preferencia de alimentación sobre algunas plagas del cultivo, como lo detalló Aguilar (1988), donde los géneros más abundantes fueron *Phiale* spp., *Metaphidippus* sp., *Hasarius* sp. y *Dendryphantus* sp. observándose cazando importantes plagas de lepidópteros del algodón.

6.1.2. Abundancia de las familias de arañas

Las familias más abundantes fueron Thomisidae (41%) y Anyphaenidae (23%); sin embargo, Aguilar (1977, 1988) registró a Anyphaenidae (58%) y Thomisidae (13%) las familias más abundantes en sus investigaciones de araneofauna en los diversos valles aldoneros en Perú.

Aguilar (1977, 1988) explicó que Anyphaenidae y Thomisidae fueron más abundantes por ser ‘cazadoras directas’, tomando ventaja de las arañas ‘tejedoras’, las cuales sus telas eran destruidas directamente por el manipuleo de las plantas durante el manejo agronómico. A su vez, manifestó que Anyphaenidae tuvo una mayor abundancia por ser una familia nocturna, en comparación de Thomisidae que es diurna, ya que se encontraba protegida en sus cubiertas de seda (hojas plegadas o dentro de órganos de fructificación) durante el manejo agronómico en el día y además facilitaba su colecta en la investigación.

En Texas, Estados Unidos, Dean *et al.* (1982) reportaron a Oxyopidae (23%) como la familia más abundante mediante las técnicas de colecta manual, succión con D-vac, redadas, trampas de feromonas y trampas de caída. En China, Zhao (1984) registró que las familias más dominantes fueron Linyphiidae, Lycosidae, Thomisidae y Theridiidae. En Colombia, Gomez y Florez (2005) reconocieron a Theridiidae y Linyphiidae como las familias más abundantes; y en Argentina, Almada *et al.* (2012) registraron a Thomisidae (84.04%) como la familia más abundante, ambos estudios realizados en algodón

transgénico y convencional, siendo este último evaluado mediante tres técnicas de muestreo: red entomológica de arrastre, paño vertical de un metro y trampas de caída. En España, Pérez-Guerrero *et al.* (2009) encontraron a Miturgidae y Thomisidae (21.4%) como las familias más abundantes batiendo directamente las plantas en algodón ecológico. Las diversas familias predominantes dependerían de las técnicas de evaluación y esfuerzos de muestreo utilizados en cada investigación, siendo cada resultado particular, como en este estudio.

Thomisidae fue la familia más abundante en esta investigación. Es la séptima familia más numerosa del orden Araneae, constituida por 2155 especies y 175 géneros (World Spider Catalog, 2017), y tiene una distribución mundial (Jocqué & Dippenaar-Schoeman, 2006), con mayor diversidad en las zonas tropicales, subtropicales y templadas (Dippenaar-Schoeman, 1983).

Es uno de los depredadores más abundantes en los agroecosistemas y praderas (Dippenaar-Schoeman *et al.* 1999); registrándose como la familia más dominante (50%) en cultivos de soya (Minervino, 1996) y alfalfa (Liljestrom *et al.* 2002) en Argentina. Además tiene un gran potencial de dispersión, ya que después de Linyphiidae, Thomisidae es una de las familias más numerosas en realizar 'balloning' en España (Jiménez-Valverde & Lobo, 2007). Estas características demuestran su capacidad para habitar sitios perturbados, con una amplia tolerancia ambiental, pero con dependencia a la estructura física de su habitat y adaptada a distintas condiciones naturales (Jiménez-Valverde & Lobo, 2007; Almada *et al.* 2012).

Esta familia representaría un componente importante de los enemigos naturales en el cultivo de algodón (Almada *et al.* 2012). En Perú, Aguilar (1977, 1988) registró como los géneros más abundantes a *Misumenops* spp., *Misumenoides* sp. y *Misumena* sp.;

los cuales se observaron cazando diversas larvas de plagas importantes de lepidópteros en el cultivo.

En conjunto estas características mencionadas para Thomisidae podrían haber potenciado su alto predominio en comparación a otras familias registradas en el cultivo, como su preferencia de distribución en zonas tropicales, su gran capacidad para habitar ambientes perturbados como los agroecosistemas, su alto poder de dispersión y su preferencia alimenticia de diversas plagas en el algodón. Por último, otra característica importante influyente podría ser su capacidad de cazar al acecho en las flores, siendo el cultivo de algodón propicio para albergar este tipo de arañas (Pérez-Guerrero *et al.* 2009).

Anyphaenidae fue la segunda familia más abundante registrada en este estudio. Está constituida por 545 especies y 56 géneros (World Spider Catalog, 2017), y tiene una distribución mundial (Jocqué & Dippenaar-Schoeman, 2006). Son muy diversos en la region Neotropical, especialmente en Sudamérica, con 29 géneros endémicos (Ramírez, 2003; Jocqué & Dippenaar-Schoeman, 2006).

Se hallan en diferentes hábitats, como bosques (Brescovit, 1996), zonas semiáridas (Brescovit, 1996), zonas desérticas (Aguilar *et al.* 1986), y en diversos cultivos, como algodón (Dean *et al.* 1982; Breene *et al.* 1993); soja (Corseuil *et al.* 1994a), arroz (Corseuil *et al.* 1994b) y huertos (Brescovit, 1996). Se encuentran en el follaje de los árboles, arbustos, hojarasca, bajo la corteza suelta y rocas. Son arañas activas, generalmente nocturnas, cazadoras errantes, que no producen telas para cazar, pero sí para construir refugios de seda tubulares y sacos de huevos (Ubick *et al.* 2005; Jocqué & Dippenaar-Schoeman, 2006). Son conocidas como ‘arañas fantasmas’, por sus rápidos movimientos en situaciones de peligro, debido a su desarrollado sistema traqueal, que les ofrece velocidad y facilidad de movimiento (Brescovit, 1996).

Aguilar (1977, 1988), registró a *Aysha* spp. y *Anyphaena* spp. como los géneros más importantes de esta familia en el algodón peruano; y se observaron cazando diversas larvas de plagas importantes de lepidópteros y coleópteros en el cultivo. Por lo tanto, probablemente su estrategia de caza o comportamiento y su preferencia alimenticia de diversas plagas importantes en el algodón fueron factores relevantes para la abundancia de la familia en este agroecosistema.

6.1.3. Abundancia de las especies de arañas

Las especies más abundantes fueron *Misumenops* sp.1 (26.80%, Thomisidae), *Zelotes laetus* (15.85%, Gnaphosidae) y *Theridion volubile* (13.54%, Theridiidae).

Al igual que en el presente estudio, *Misumenops* sp. se observó con particular abundancia en cultivos de algodón en Arizona (Estados Unidos) (Plagens, 1983), Sao Paulo (Brasil) (Gravena & Da Cunha, 1991) y Sudáfrica (Dippenaar-Schoeman *et al.* 1999), y fue la especie más representativa (79.09%) en campos de algodón transgénico y convencional en Santa Fe (Argentina) (Almada *et al.* 2012),

El género *Misumenops* (Thomisidae) ha sido registrado por Aguilar (1977, 1988) con la especie *Misumenops variegatus* en la lista de la araneofauna en el algodón peruano, además fue uno de los géneros más abundantes y enemigo natural de las principales plagas de Lepidoptera en el algodón. Igualmente en 1980, Aguilar y Lamas mencionaron que varias especies del género (*Misumenops amabilis*, *Misumenops variegatus* y *Misumenops* sp.) eran depredadoras de larvas de plagas de lepidópteros importantes del cultivo. Por último, Sarmiento (1992) citó a *Misumenops amabilis* y *Misumenops* sp. presentes en este agroecosistema.

Misumenops incluye 75 especies, de las cuales, 60 están registradas para la región neotropical; y tiene una distribución mundial, que se extiende desde Florida y las islas del Caribe hasta el sur de Chile y Argentina (Lehtinen & Marusik, 2008; World Spider Catalog, 2017). Requiere de 145 a 531 días a 25 °C para alcanzar la madurez, lo cual puede ser mucho más prolongado que el periodo del cultivo de algodón, ocasionando que no complete todo su ciclo de vida en este agroecosistema y necesite de un hábitat cercano estable; como lo corroborado en los matorrales desérticos, donde arbustos como *Larrea*, *Artemisia* y anuales en campos de los valles de Mammoth y Avra (Arizona, Estados Unidos), sirvieron de refugio a *Misumenops* como la araña más dominante, sugiriendo que este hábitat representaría la 'guardería' para *Misumenops*, que eventualmente coloniza los campos de algodón (Plagens, 1983). Esto sería importante en mi investigación, ya que la gran abundancia de esta especie y de su familia en el cultivo de algodón en La Molina, podría deberse en gran parte, al bosque contiguo al cultivo, ya que representaría el albergue de estas y otras arañas.

Zelotes laetus (Gnaphosidae), la segunda especie más abundante en esta investigación, es una nueva especie encontrada para el cultivo del algodón peruano y el segundo registro del género para un cultivo en nuestro país: *Zelotes reformans* en huertos de manzano en el valle de Mala (Lima) (Benamú y Aguilar, 2001). *Zelotes laetus* se encuentra distribuida en el mediterráneo, África tropical, islas de Cabo Verde, EEUU, México, Perú y Hawai (World Spider Catalog, 2017). Las especies de la familia Gnaphosidae son cazadoras errantes, principalmente terrestres, nocturnas y criptozoicas; y son en su mayoría depredadores generalizados, con una amplia variedad de presas, incluyendo arañas (Ubick et al. 2005; Jocqué & Dippenaar-Schoeman, 2006). Probablemente, su abundancia en el cultivo podría deberse al bosque colindante, que podría albergar notablemente esta especie.

La tercera especie más predominante en este estudio, *Theridion volubile*, también se registró como una de las especies más abundantes en el cultivo de algodón en Sao Paulo (Brasil) (Gravena & Da Cunha, 1991), y uno de los géneros más predominantes en algodón transgénico y convencional en Colombia (Gomez & Florez, 2005).

Lo más cercano que se ha registrado a la especie *Theridion volubile* (Theridiidae) en el algodón peruano, ha sido *Theridion ca. volubile*, en los valle de Lurín y Mala (Aguilar, 1965); además, Aguilar (1977, 1988) citó a *Theridion* spp. (incluyendo *Theridion calcynatum* y *Theridion ca. volubile*) en su lista de araneofauna en el algodón en Perú, y fue uno de los géneros más abundantes y depredadores de algunas de sus plagas de lepidópteros y pulgones verdes. Herrera y Alvarez (1979) registraron varias especies del género como enemigos naturales de *Bucculatrix thurberiella*, siendo importantes por su abundancia en Piura y Chira. Aguilar y Lamas (1980) mencionaron varias especies del género (*Theridion calcynatum*, *Theridion rufipes* y *Theridion* sp.) como depredadores de larvas de *Anomis texana* y *Bucculatrix thurberiella*. Por último, Sarmiento (1992) registró a *Theridion calcynatum* y *Theridion* sp. presentes en este agroecosistema.

Theridion volubile se encuentra distribuida en Venezuela, Ecuador y Perú (World Spider Catalog, 2017). Hay descripciones generales de la distribución y hábitat e información escasa o ausente del ciclo de vida y comportamiento de cortejo de varias especies tropicales de *Theridion*; a diferencia de las especies de clima templado, donde sí existe mayor conocimiento en estos temas (Barrantes & Weng, 2007). La familia Theridiidae es sedentaria, y teje telas irregulares con hilos en diferentes direcciones y con filamentos pegajosos para cazar (Ubick et al. 2005; Jocqué & Dippenaar-Schoeman, 2006).

Como se mencionó anteriormente, algunos autores han documentado la incidencia de los géneros *Misumenops* y *Theridion* atacando muchas larvas de plagas importantes (especialmente lepidópteros) en el algodón peruano (Aguilar, 1977, 1988; Herrera &

Alvarez, 1979; Aguilar y Lamas, 1980). Asimismo, la presencia y abundancia de estos géneros en esta investigación corroboraría su preferencia de alimentación y su potencial como agentes de control de diversas plagas en este agroecosistema.

6.1.4. Análisis de los índices de diversidad y de las estrategias de colecta en la araneofauna del cultivo de algodón

Los índices de dominancia de Simpson, de diversidad de Shannon-Wiener y Margalef manifestaron una alta diversidad de arañas en el cultivo, por lo que las trampas de caída y la búsqueda directa (manual y con paraguas entomológico) fueron dos técnicas de evaluación importantes, que en conjunto, pudieron capturar un gran número de especies desde dos de los microhábitats más importantes en el cultivo de algodón.

La evaluación de cada técnica empleada en una sola área de estudio, enfatizó grandes diferencias en las composiciones de su araneofauna (Marc *et al.* 1999), debido a que comprende varios grupos ecológicamente distintos (arañas cazadoras, tejedoras de telas para cazar, terrestres, de follaje, nocturnas, diurnas, etc.) (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003) que habitan diferentes estratos de microhábitats (Brennan *et al.* 2005); entonces, no existe un método de evaluación imparcial (Marc *et al.* 1999). Es por ello, que se recomienda la combinación de varias técnicas de muestreo para una evaluación apropiada de la diversidad de la araneofauna (Coddington *et al.* 1991, 1996; Churchill, 1993; Topping & Luff, 1995; Green, 1999; Marc *et al.* 1999; Jiménez-Valverde & Hortal, 2003; Álvares *et al.* 2004); pero a su vez, los métodos a seleccionar dependerán del estrato a investigar (Marc *et al.* 1999).

Diferentes esfuerzos de muestreo producen diferentes estimaciones de riqueza de especies (Samu & Lövei, 1995); por lo que deberían realizarse colectas de manera continua y no en periodos separados, sino el esfuerzo podría diluirse y la evaluación

volverse más superficial (Deza, 2009). Es por ello, que el continuo periodo de muestreo en el cultivo (cada siete días) favoreció la captura de esta riqueza de araneofauna.

Una estrategia de colecta que evalúa pequeñas áreas con alta intensidad, capturaría las especies más conspicuas (las arañas más grandes o con telarañas notables) con los primeros muestreos; en cambio, hallaría las especies más oscuras, pequeñas o crípticas (que habitan microhábitats menos accesibles) con los posteriores muestreos, por lo que una colección repetitiva sería una estrategia más eficiente para capturar este tipo de arañas, y debería implementarse en futuros estudios cuyo objetivo sea la estimación de riqueza de la araneofauna (Dobyns, 1997).

No obstante, los índices de riqueza de Chao₂, Jack₂ y la curva de acumulación de especies evidenciaron que existiría una mayor riqueza de arañas que la hallada (riqueza específica); un incremento en el número de trampas de caída instaladas o el número de plantas evaluadas en la búsqueda directa (manual y con paraguas entomológico) en el campo de algodón (mayores unidades de muestreo), o la utilización de más técnicas de evaluación podría ser necesario para registrar esta diversidad superior. Sin embargo, en ningún estudio sobre la calidad de los inventarios de arañas se logró registrar todas las especies, donde generalmente las curvas de acumulación se encuentran lejos de la asíntota, probablemente por el elevado número de especies raras (en baja cantidad) que suelen aparecer (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003). Por ello, el inventario de la fauna de arañas no es una tarea sencilla (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

6.2. Diversidad y Abundancia de los Gremios de Arañas en el Cultivo de Algodón.

Al igual que en el presente estudio, en cultivos de algodón transgénico y convencional en Argentina, el gremio de las Cazadoras al acecho fue el más abundante (83.91%),

siendo la familia Thomisidae más predominante, aunque el gremio fue denominado con el nombre de 'Cazadoras de emboscada' (Almada *et al.* 2012). El autor justificó este resultado por la preferencia de alimentación de la familia sobre larvas de plagas importantes de lepidópteros en el cultivo.

Engoblando los gremios de arañas cazadoras en esta investigación: Cazadoras al acecho, Cazadoras errantes terrestres y Cazadoras errantes de follaje, constituyeron el 81.73% del total de individuos registrados, y el gremio de las Tejedoras el 18.27% del total de individuos. Estos resultados fueron similares a los registrados por Aguilar (1977, 1998) en el algodón peruano, donde el gremio de las Cazadoras fue el más abundante (70%). Aguilar justificó este resultado debido a su comportamiento depredador, por ello este gremio no fue afectado notablemente por el manipuleo de plantas durante el manejo agronómico. En cambio, las arañas tejedoras, al tejer sus telas en la planta, estaban en desventaja, ya que el manipuleo de las plantas destruía directamente sus telas, entonces al no poder alimentarse su población disminuyó considerablemente.

Igualmente, en campos de algodón en Arkansas (Estados Unidos) (Uetz *et al.* 1999) y Sudáfrica (Dippenaar-Schoeman *et al.* 1999), el gremio de las Cazadoras (60%) fue mejor representado que el de las Tejedoras (40%).

Generalmente la variación de la estructura de los gremios de arañas se atribuye a una influencia significativa de las características del cultivo hospedero, como su complejidad estructural, microambiente, nivel de disturbio, etc.; otra característica importante sería los hábitats adyacentes al cultivo, ya que actuarían como fuerzas selectivas de 'lo que está disponible', colonizando así cultivos cercanos (Uetz *et al.* 1999), como lo ocurrido en campos de alfalfa en Virginia (Howell & Pienkowski, 1971) y California (Yeargan & Dondale, 1974), que siendo evaluados con las mismas técnicas (redada y aspiración con D-vac), se observó una diferente predominancia de gremios en cada estudio. Howell

y Pienkowski (1971), encontraron como los más dominantes a *orb-weaving* (42.7%) y *web-wandering* (37.6%); en cambio, Yeargan & Dondale (1974), registraron como los más abundantes a *ground running* (60%) y *web-wandering* (33.6%), constituyendo *orb-weaving* menos del 2%. El bosque adyacente al cultivo de algodón evaluado, probablemente tuvo una gran influencia en el patrón de estructuración de los gremios en este agroecosistema, el cual difiere en cierta medida a lo encontrado por Aguilar. Otras características influyentes podrían ser los factores bióticos y abióticos que afectan la diversidad y abundancia de la araneofauna, mencionados al inicio de la discusión.

El gremio de las Cazadores al acecho estuvo representado casi exclusivamente por la familia Thomisidae, por lo que la gran abundancia de este gremio podría explicarse con lo expuesto anteriormente para interpretar la dominancia de esta familia, como su predominancia en los agroecosistemas (Dippenaar-Schoeman *et al.* 1999), su gran potencial de dispersión (Jiménez-Valverde & Lobo, 2007), su estrategia de caza (Aguilar, 1988), su preferencia de localización en las flores (Pérez-Guerrero *et al.* 2009; Brechbühl *et al.* 2010), y los diversos géneros hallados alimentándose de diversas larvas de plagas importantes en este agroecosistema (Aguilar, 1977, 1988). Por último, y no menos importante, los hábitats adyacentes al cultivo (Uetz *et al.* 1999; Öberg *et al.* 2007; Rodrigues *et al.* 2009), como el bosque, el cual podría albergar esta predominancia de arañas encontradas en el campo de algodón.

El gremio de las Cazadores errantes de follaje estuvo constituido principalmente por Anyphaenidae y fue el segundo gremio más abundante del cultivo. Igualmente, su predominancia se explicaría con lo argumentado para la abundancia de la familia Anyphaenidae, como su estrategia de caza o comportamiento (Aguilar, 1977, 1988), su preferencia de alimentación de importantes larvas de plagas en el agroecosistema de algodón (Aguilar, 1977, 1988), y en el caso específico para este estudio, al bosque

colindante al campo evaluado, ya que se vería favorecida por ella, colonizando las arañas desde esta área hacia el cultivo (Uetz *et al.* 1999; Öberg *et al.* 2007; Rodrigues *et al.* 2009).

El gremio de las Tejedoras registró la mayor diversidad de familias y especies de arañas en este estudio. Un factor importante para el establecimiento de este gremio en un agroecosistema es la intensidad de su manejo agronómico (Aguilar, 1977, 1988), debido a su estrategia de caza dependiente de telas para capturar sus presas. En el caso del cultivo de algodón peruano, se realiza generalmente un manejo integrado de plagas (Herrera, 2010), debido a ello, en el campo evaluado, no hubo una fuerte manipulación de las plantas por las prácticas agrícolas y además sólo se aplicó insecticida dos veces, por lo que probablemente favoreció el establecimiento del gremio en este agroecosistema.

El gremio de las Cazadores errantes terrestres fue el segundo gremio con mayor riqueza de familias y especies de arañas. Esto pudo deberse gracias a las características del suelo en cuanto a su capacidad de albergar diversas arañas a comparación del follaje, y también al método utilizado de trampas de caída, ya que es una técnica más efectiva para capturar mayor diversidad, pero no abundancia (como se corrobora en esta investigación, ya que fue el gremio menos abundante), midiendo principalmente el grado de actividad o movimiento de los artrópodos epigeos (Winder *et al.* 2001; Álvarez *et al.* 2004; Prasifka *et al.* 2007; Jud & Schmidt-Entling, 2008).

6.3. Efecto de las Técnicas de Colecta en la Diversidad y Abundancia de Arañas en el Cultivo de Algodón.

Las diferencias entre las comunidades de arañas que habitan el suelo y el follaje, y su estratificación vertical en la vegetación han sido reportadas en diversos ecosistemas naturales (bosques, vegetación de dunas, praderas), y agroecosistemas (alfalfa, soja), como en el cultivo de algodón (Culin & Rust, 1980). Debido al desplazamiento de las arañas en las plantas, las asociaciones de especies entre sus capas no están claramente definidas; en cambio, las diferentes especies habitantes de las regiones del suelo y follaje son mucho más evidentes y permanecen estables a través del año, con la excepción de algunas especies habitantes de follaje que migran al suelo para hibernar (Culin & Rust, 1980). Es por ello importante investigar y reconocer, mediante las técnicas de colecta, la segregación que podría tener la araneofauna en el estudio de este agroecosistema.

6.3.1. Efecto de la técnica de búsqueda directa

Como se evidencia, este tipo de muestreo registró notablemente especies, familias y gremios con preferencia de localización en el follaje por sus estrategias de caza (Ferguson *et al.* 1984; Ubick *et al.* 2005; Jocqué & Dippenaar-Schoemann, 2006); en cambio, la ausencia de las demás familias, y algunos pocos individuos de Lycosidae y Gnaphosidae fueron escasamente colectados con esta técnica, porque habitan generalmente el suelo y los estratos inferiores de la vegetación (Liljestrom *et al.* 2002; Ubick *et al.* 2005; Jocqué & Dippenaar-Schoemann, 2006).

Las 23 especies y 8 familias de arañas colectadas mediante esta técnica son casi la mitad de las registradas por Aguilar (1977, 1988) en el algodón peruano, probablemente por el periodo y lugar de muestreo, ya que esta investigación solo se realizó en una campaña y en un solo valle, y los estudios de Aguilar se desarrollaron durante varias

campañas con colectas alrededor de 13 años y en diversos valles aldoneros de la costa.

Estas técnicas de evaluación de arañas en el cultivo de algodón también han sido utilizados por otros autores en diversos países: Leigh y Hunter (1969) en California y Plagens (1983) en Arizona (EEUU), Dippenaar-Schoeman *et al.* (1999) en Sudáfrica, Wade *et al.* (2006) en Australia y Pérez-Guerrero *et al.* (2009) en España.

En esta investigación, la colecta manual de la planta de algodón, siendo un arbusto, se dividió por tercios a partir de la formación de botón floral, debido al elevado crecimiento en altura y frondosidad que podrían alcanzar, llegando a medir hasta dos metros aproximadamente. Esto permitió una evaluación más exhaustiva y detallada de la araneofauna en la planta, pero a su vez más extenuante, especialmente en la zona inferior. Asimismo, un inconveniente que se encontró al realizar la evaluación con paraguas entomológico fue la dificultad de sacudir aquellas plantas de algodón muy altas y con tallos muy rígidos, además, que en el esfuerzo de sacudirlas algunas de ellas llegaron a quebrarse.

Comparando los resultados de las colectas en forma manual y con paraguas entomológico, compartieron entre sí 15 especies registradas (65.22%), observándose un considerable solapamiento de especies entre ambos muestreos. Dobyns (1997), precisó que si dos métodos tienen un alto grado de solapamiento taxonómico y son usados en el mismo estrato del hábitat, los investigadores estarían desperdiciando el esfuerzo de colecta en vez de poner más esfuerzo en otros estratos. Sin embargo, la curva de acumulación de especies se observó en continuo crecimiento y lejos de alcanzar su asíntota, lo que podría deducirse que habría una mayor diversidad de arañas que la registrada en el estrato de follaje o en todo el cultivo de algodón.

Estos resultados peculiares podrían conciliarse invirtiendo un mayor esfuerzo de muestreo en la técnica de búsqueda directa con paraguas entomológico, ya que es recomendada de forma específica para la evaluación de artrópodos en el cultivo de algodón (Wade *et al.* 2006), por lo tanto, podrían evaluarse más plantas que las realizadas en este estudio (20), no obstante, la técnica de búsqueda directa manual sí tuvo un buen esfuerzo de muestreo (100 plantas evaluadas), logrando así mejorar el inventario de su araneofauna.

6.3.2. Efecto de la técnica de trampas de caída.

Esta técnica de muestreo registró notablemente especies, familias y gremios habitantes de los estratos inferiores de la vegetación y en general, del suelo (Dean *et al.* 1982; Liljestrom *et al.* 2002; Ubick *et al.* 2005; Jocqué & Dippenaar-Schoemann, 2006); a diferencia de la limitada abundancia encontrada de las demás especies, familias y gremios, con preferencia de localización en el follaje (Ferguson *et al.* 1984; Ubick *et al.* 2005; Jocqué & Dippenaar-Schoemann, 2006); reafirmando este método como el más eficiente para capturar arañas habitantes del suelo (Dean *et al.* 1982; Work *et al.* 2002; Álvares *et al.* 2004), y en poca medida a las arañas habitantes de follaje, desestimando su diversidad y abundancia (Churchill, 1993; Churchill & Arthur, 1999; Green, 1999; Álvares *et al.* 2004).

En el valle de Cañete, Aguilar (1979b) y Rondón (1999) registraron la araneofauna en el cultivo de algodón mediante trampas de caída. Aguilar (1979b), detalló que la mayoría de individuos no pertenecieron a especies frecuentes en follaje, y las agrupó según su tamaño: arañas pequeñas (más abundantes, compuestas principalmente por la familia Clubionidae), arañas grandes (generalmente Lycosidae), y arañas de la familia Gnaphosidae (menos abundantes). Rondón (1999), encontró tres familias y cuatro

especies de arañas: Anyphaenidae (*Anyphaena* sp., dos morfoespecies), Linyphiidae (*Bathypantes* sp., más abundante) y Lycosidae (*Pardosa* sp.).

Las trampas de caída han sido utilizadas para la evaluación de arañas en este agroecosistema por diversos autores en otros países: Dean *et al.* (1982) en Texas (EEUU), Dippenaar-Schoeman *et al.* (1999) en Sudáfrica, Ghavami *et al.* (2007) en Irán, y Almada *et al.* (2012) en Argentina. Ghavami *et al.* (2007) identificó que las familias Lycosidae, Gnaphosidae, Clubionidae, Thomisidae y Philodromidae prefirieron la zona del suelo, y las familias tejedoras como Araneidae, Tetragnathidae, Theridiidae y Linyphiidae prefirieron la zona de la vegetación.

El gremio de las Tejedoras fue registrado en porcentajes similares en ambas técnicas de evaluación del estudio (18% - 19%), pero analizando en conjunto solo los individuos capturados de ese gremio, la búsqueda directa (manual y con paraguas entomológico) registró una considerable mayor población del gremio (79.81%). Culin y Rust (1980) argumentaron que las arañas tejedoras con el fin de obtener sitios de unión para sus telas, consistieron primariamente de habitantes de follaje. De acuerdo a lo citado por Collins *et al.* (1996), pocas especies de arañas tejedoras fueron capturadas por las trampas de caída, ya que son relativamente sedentarias a comparación de las arañas cazadoras que son más activas. Pero hay excepciones, como especies tejedoras y errantes (Agelenidae, Hahniidae y Linyphiidae), que frecuentemente se colectan en trampas de caída (Collins *et al.* 1996). Uetz y Unzicker (1976) sugirieron que las comparaciones de trampas de caída deberían limitarse a los gremios con especies de similar actividad terrestre.

La curva de acumulación de especies registradas en las trampas de caída no alcanzó la asíntota, por lo que habría una mayor diversidad de arañas en el estrato del suelo o en general en el hábitat del cultivo de algodón. Dobyns (1997) detalló que un incremento

en el esfuerzo de muestreo por unidad de área, en vez de cubrir más área muestreada, puede incrementar el número de especies colectadas, por lo que aumentando el número de trampas instaladas en el campo (ya que se emplearon 10), se podría obtener un inventario más completo de la araneofauna en el cultivo.

Este método es difícil de quantificar en una base absoluta (Dean *et al.* 1982), y muchos hacen suposiciones potencialmente incorrectas para representar su abundancia relativa, con muy poca atención en la significancia biológica de los datos encontrados (Topping & Sunderland, 1992). En las arañas, esto es muy peculiar, ya que los juveniles no son capturados en las trampas, pero se encuentran en grandes números en el suelo y cerca a él, lo cual promueve escepticismo al utilizar este método (Topping & Sunderland, 1992). En cambio, son más eficientes en capturar arañas adultas y está relacionado a una mayor actividad de las arañas maduras comparadas con las inmaduras; además, los machos son más activos que las hembras, y este hecho explica la alta tasa de machos observados en las trampas de caída (Álvares *et al.* 2004). Por lo tanto, la proporción de arañas colectadas en las trampas de caída no refleja la real abundancia de arañas, sino una mayor tasa de actividad (Topping & Luff, 1995; Work *et al.* 2002; Álvares *et al.* 2004). En esta investigación las trampas de caída y la búsqueda directa capturaron el 33.78% y 10.6% de arañas adultas del total de individuos capturados por cada una de estas técnicas respectivamente, corroborando que el método de trampas de caída fue más eficiente en capturar arañas adultas.

Por ejemplo, Topping y Sunderland (1992), mediante trampas de caída en un cultivo de trigo, registraron que las arañas con mayor abundancia fueron los machos de *Erigone* (Linyphiidae), una araña cazadora, lo cual podría interpretarse como la especie más importante, no obstante, estaban ocupados buscando hembras, ya que en realidad, la especie más abundante en todo el cultivo fue *Lepthyphantes tenuis* (Linyphiidae), una araña tejedora. A menos que las especies bajo investigación hayan sido

cuidadosamente estudiadas y los factores que afectan su captura sean entendidos, las trampas de caída solo pueden ser usadas sensatamente para la producción de datos cualitativos o de un inventario para interpretar diferencias ecológicas entre las áreas muestreadas (Topping & Sunderland, 1992).

Aquí radica la importancia de realizar varias técnicas de evaluación que se complementen, de acuerdo a los diversos microhábitats o estratos que puede haber dentro de un hábitat, y disminuya el sesgo o limitaciones que cada técnica pueda tener, garantizando mejores resultados del inventario de la araneofauna, en este caso, del agroecosistema de algodón. En este estudio, las trampas de caída y la búsqueda directa (manual y con paraguas entomológico) fueron dos técnicas importantes, que en conjunto, pudieron capturar un gran número de especies desde dos de los microhábitats más notables en el cultivo de algodón (la búsqueda directa para el estrato o microhábitats de follaje y las trampas de caída para el estrato o microhábitats del suelo).

Además, las trampas de caída y búsqueda directa compartieron el 22% y 40% de especies y familias comunes respectivamente, habiendo solo un pequeño grado de solapamiento taxonómico, por lo que la combinación de ambos métodos de evaluación fue acertada, y no se está desperdiciando el esfuerzo de colecta. Un resultado similar registraron Álvarez *et al.* (2004) en una reserva forestal, donde los métodos de trampas de caída y golpeo tuvieron un muy bajo solapamiento taxonómico de 24 especies (10.7%), concluyendo ambas técnicas como una buena opción para inventarios breves y de bajo costo. Álvarez *et al.* (2004) interpretaron a las especies comunes como un evento al azar, así también como el comportamiento o microhábitat de algunas especies que incluyen la zona entre las partes bajas de la vegetación y la superficie del suelo.

Como se mencionó anteriormente, estos dos tipos de evaluación utilizados en la investigación son reconocidos y recomendados para la evaluación de arañas en variados hábitats, por su capacidad de registrar una diversa fauna de arañas (Dean *et*

al. 1982; Topping & Sunderland, 1992; Churchill & Arthur, 1999; Work *et al.* 2002; Ludy & Lang, 2004; Álvarez *et al.* 2004; Wade *et al.* 2006; Jud & Schmidt-Entling, 2008), lo cual es corroborado en esta investigación. Y aunque las curvas de acumulación de especies de estas técnicas no alcanzaron la asíntota, la curva perteneciente a las trampas de caída se observó más cercana a su saturación en comparación de la observada en la búsqueda directa, revelando esta técnica de muestreo como la de mejor registro de diversidad de arañas en el cultivo de algodón evaluado, confirmado por el 76% y 83.3% del total de especies y familias inventariadas, a diferencia del 48% y 55.6% del total de especies y familias encontradas en la búsqueda directa. Esto también se debería a que esta técnica es más eficiente para capturar arañas adultas (Álvares *et al.* 2004), y justamente es en este estado donde los individuos pueden identificarse hasta el nivel de especie, por ende, las arañas registradas en las trampas de caída tuvieron una mayor capacidad de ser reconocidas, y así aumentar el número de especies inventariadas.

Las trampas de caída registraron el 19.40% de la abundancia total de individuos, a diferencia de la búsqueda directa (manual y con paraguas entomológico), la cual colectó el 80.60% de la abundancia total de individuos. Esta gran diferencia de abundancia se debería, como se explicó previamente, a que las trampas de caída evalúan especialmente la tasa de actividad de las arañas, y no refleja una real abundancia (Topping & Luff, 1995; Work *et al.* 2002; Álvarez *et al.* 2004), por ello capturan en gran medida arañas adultas (especialmente machos), en comparación a los juveniles, por su mayor tasa de movimiento (Topping & Sunderland, 1992; Azevedo *et al.* 2002; Álvarez *et al.* 2004); en cambio, la búsqueda directa sí colectó una gran cantidad de individuos juveniles, lo que elevó considerablemente su capacidad para registrar una mayor abundancia de arañas.

En conclusión, la técnica de trampas de caída permitió reconocer un estimado más cercano de la riqueza de arañas, y la técnica de búsqueda directa (manual y con paraguas entomológico) permitió registrar un estimado más cercano de la abundancia de arañas en el cultivo de algodón evaluado.

Estos resultados se asemejan a lo descrito por Canard (1982), Merrett y Snazell (1983), y Churchill y Arhtur (1999) en la evaluación de la fauna de arañas en brezales, quienes evidenciaron que las trampas de caída pueden resultar en más taxones de arañas que otros métodos cuyo objetivo sea el estrato de follaje. Sin embargo, Álvarez *et al.* (2004) encontraron en una reserva de bosque urbano, que usando golpeo (una técnica de follaje) proporcionó una mayor diversidad y abundancia de arañas que las trampas de caída. Por último, Álvarez *et al.* (2004) precisaron que comparaciones cuantitativas entre ambos métodos no son recomendables, pero un análisis cualitativo podría proveer una mejor forma de evaluar la composición de las arañas muestreadas.

6.4. Fluctuación Poblacional de la Araneofauna en el Cultivo de Algodón.

Las arañas estuvieron presente durante todo el periodo del cultivo de algodón, y aunque se observaron incrementos y disminuciones en sus densidades, hubo un crecimiento continuo conforme al mayor desarrollo de la planta de algodón, en relación al progreso de su fenología, y decreciendo gradualmente al aproximarse el término del cultivo. Estos resultados concuerdan con Aguilar (1974, 1976, 1977), Dippenaar-Schoeman *et al.* (1999) y Almada *et al.* (2012), en el agroecosistema de algodón, donde expusieron la relación directa de la araneofauna con el desarrollo o vigor de las plantas, y con Ferguson *et al.* (1984) y Rodrigues *et al.* (2009) en cultivos de soja y arroz respectivamente. Esto podría deberse que ante un mayor crecimiento de la planta, habría una mayor estructuración física en el hábitat, generando más microhábitats favorables, siendo estos factores muy importantes para la araneofauna (Rodrigues *et*

al. 2009; Jiménez-Valverde & Lobo, 2007). Además, Young y Edwards (1990) citaron que el algodón por ser una planta arbustiva dicotiledónea posee una buena complejidad estructural que beneficia el desarrollo de su arañofauna.

Desde la primera evaluación (16/11/13), siendo las plantas recién emergidas, se registraron 10 individuos. Dippenaar-Schoeman *et al.* (1999) detallaron que las arañas fueron unos de los primeros artrópodos depredadores en colonizar las plantas emergentes de algodón. Las arañas son conocidas por sus excelentes habilidades de dispersión y colonización (Marc *et al.* 1999). Probablemente las arañas migraron de otras zonas, como otros cultivos vecinos o el bosque adyacente principalmente (por tratarse de un hábitat más complejo, extenso y casi sin perturbación), e iniciaron la colonización en el cultivo de algodón. Las áreas cercanas en los márgenes de los cultivos, con vegetación diferenciada, siendo a veces más complejas y generalmente menos manejadas, podrían servir como refugios y sitios de hibernación para las arañas (Öberg & Ekblom, 2006; Öberg *et al.* 2007; Rodrigues *et al.* 2009), las cuales podrían moverse entre estos ambientes cercanos, y por la semejanza observada entre sus familias en el margen y en el cultivo, revelaría que la colonización se iniciaría en las áreas adyacentes (Armendano y González, 2011).

A pesar de la colonización de las arañas, luego de la aplicación del insecticida clorpirifos al inicio del cultivo, su población disminuyó rápidamente. Mansour (1987) detalló que los tratamientos tempranos de plaguicidas en los campos de algodón son innecesarios, ya que las arañas retardan el brote precoz de plagas en la temporada de crecimiento del algodón. Clorpirifos es un insecticida de amplio espectro, perteneciente al grupo químico de los organofosforados, los cuales poseen un mecanismo de acción neurotóxico inhibidor de la enzima acetilcolinesterasa, resultando en una acumulación del neurotransmisor acetilcolina, lo que provoca la muerte de los organismos principalmente artrópodos, siendo muy tóxico para las arañas (Amalin *et al.* 2000; Pekár, 2002; Fountain

et al. 2007; Pekár, 2012). El tiempo de vida media en la superficie del suelo es de aproximadamente 3 a 14 días (Fountain *et al.* 2007). Debido a la disminución en la densidad de arañas y a las características negativas de este tipo de insecticida, probablemente influyó en el decrecimiento de la población de arañas en este estudio.

Aguilar (1974, 1976, 1977) registró que la aplicación de insecticidas fue detrimental en la araneofauna del cultivo de algodón peruano. Con los insecticidas arsenicales las arañas se recuperaban en corto plazo, pero con los insecticidas orgánicos, como los fosforados, su recuperación era mucho más difícil; no obstante, su población se restablecía, enfatizando seriamente su papel estabilizador en las poblaciones de otros invertebrados dentro de un algodonal. La evaluación de la araneofauna en campos de algodón aplicados y no aplicados con insecticidas fue investigada por Mansour (1987) en Israel, Van den Berg *et al.* (1990) en Sudáfrica, Rajput *et al.* (2012) en Pakistán, y Solanki y Kumar (2014) en la India, donde las máximas poblaciones de arañas se registraron en los campos no aplicados, reduciendo la diversidad y abundancia de arañas en los campos aplicados.

Después de aproximadamente un mes desde la aplicación del insecticida clorpirifos, se realizaron el desahije y la fertilización en la etapa de formación de botón floral, las cuales fueron dos prácticas agronómicas que no contribuyeron negativamente en la población de la araneofauna, y aunque no se encontraron estudios previos respecto a la influencia del desahije en la población de arañas en los agroecosistemas, sí para la fertilización, pero escasa, donde Butt y Muhammad (2012) explicaron que afecta el patrón de distribución y la abundancia de las arañas en los campos agrícolas. En la evaluación de campos altamente fertilizados, se observó que albergaron más detritívoros y herbívoros, y con ello más depredadores como las arañas (Butt y Muhammad, 2012; Andrey *et al.* 2014).

En la etapa de floración, en el primer pico de máximo crecimiento, el crecimiento tan acelerado de la densidad de la araneofauna en muy poco tiempo podría deberse a la migración de las arañas de las cosechas de campos cercanos buscando un nuevo nicho, como explicaron Mahalakshmi y Jeyaparvathi (2014), en campos de algodón en India, o a la migración de las arañas del bosque adyacente, ya que el agroecosistema de algodón seguía en pleno crecimiento y se mostraba propicio para el desarrollo de artrópodos herbívoros y depredadores. Además, la brusca disminución en la densidad de arañas entre la floración y maduración de las bellotas (término del primer pico de máximo crecimiento) en esta investigación también fue registrada por Almada *et al.* (2012), relacionándola a cuestiones climáticas (periodo de sequía y altas temperaturas) y a la aplicación del regulador de crecimiento, práctica que se realiza generalmente antes de la formación de bellotas, en Santa Fe (Argentina).

Al igual que en el presente estudio, en campos de algodón en Argentina (Almada *et al.* 2012), Pakistán (Khuhro *et al.* 2012; Rajput *et al.* 2012) e India (Solanki y Kumar, 2014), las máximas poblaciones de arañas se encontraron durante los estados medio y de madurez del cultivo (floración y fructificación), cuando la planta de algodón se mostraba exuberante en follaje, y se observaron picos de crecimiento en la abundancia de arañas (Almada *et al.* 2012). El mayor desarrollo de la población de arañas en estas dos últimas etapas fenológicas podría deberse al aumento de su alimento, es decir, al mayor número de presas herbívoras que albergaría el cultivo con el crecimiento de la planta de algodón, como registraron Aguilar (1977), Van den Berg (1989), Van den Berg y Dippenaar-Schoeman (1991), Dippenaar-Schoeman *et al.* (1999), Almada *et al.* (2012), y Mahalakshmi y Jeyaparvathi (2014), donde la población de arañas incrementó gradualmente conforme al mayor número de presas de insectos, en conjunto con el mayor desarrollo de la planta de algodón durante el verano. Ferenc *et al.* (1999) reportaron que diversas familias de arañas residen un tiempo más corto en microhabitats donde la presa es escasa, en comparación de aquellos donde el alimento es abundante.

La segunda aplicación de insecticida fue lufenuron en la etapa de floración, el cual se utilizó contra *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), una plaga importante para el cultivo de algodón, y según la literatura, se encuentra muy bien controlada por sus enemigos naturales en Perú (Sánchez y Sarmiento, 2002). Lufenuron es un insecticida regulador del crecimiento de insectos, inhibe la síntesis de quitina (un constituyente muy importante en el exoesqueleto de los artrópodos) durante el proceso de muda de larvas de Lepidoptera y sin efecto hacia los adultos. Posee un buen grado de selectividad en comparación a los insecticidas organofosforados, carbamatos y piretroides (neurotóxicos), los cuales tienen un amplio espectro de actividad. Su acción es por ingestión y con poca actividad por contacto (Javaid *et al.* 1999; Sechser *et al.* 2001; Desuky *et al.* 2012).

Los estudios de lufenuron en la fauna benéfica del algodón indicaron que no tiene mucho impacto en los enemigos naturales (Javaid *et al.* 1999; Sechser *et al.* 2001; Mansfield *et al.* 2006), siendo seguro para los adultos de varias familias de arañas (Sechser *et al.* 2001), y que en comparación con clorpirifos, mostró tener menor efecto en los depredadores (Desuky *et al.* 2012). La aplicación de lufenuron se realizó casi al término de la disminución abrupta del primer pico de máximo crecimiento, este pequeño descenso luego de la aplicación del insecticida, al estar precedida por esta rápida disminución, hace pensar que hubieron otros factores que influyeron en el decrecimiento de la población de arañas, corroborado además por la literatura previamente citada de lufenuron, que por tratarse de un insecticida selectivo, es seguro para los enemigos naturales, como las arañas.

En el cultivo de algodón, el riego es una de las labores más importantes, que se refleja en un dicho bien conocido: “saber cultivar algodón es saber regar”, donde el exceso de riego es tan perjudicial como la falta de éste. Un mes antes de la siembra se realiza el riego por machaco, el cual consiste en un riego pesado, y recién a partir de la etapa de

floración y fructificación se realizan los riegos ligeros, ambos riegos se efectúan por gravedad, un tipo de riego convencional donde el agua se distribuye a través de los surcos (Veramendi y Lam, 2011). De los tres riegos realizados, luego del primero y del tercero se observaron las rápidas disminuciones de la población de arañas, pudiendo ser el exceso de riego un factor de consideración en la disminución de la araneofauna en el cultivo, aunque como se verá a continuación la literatura muestra resultados contrastantes respecto al riego si es favorable o no para el desarrollo de las arañas.

El riego afecta la distribución y la abundancia de las arañas en los cultivos (Butt y Muhammad, 2012). En un cultivo de caña de azúcar, al analizar dos tipos de riego (gravedad y goteo superficial), se encontró que ambos influyeron negativamente en la población de arañas, siendo más dañino el método por gravedad (Srikanth *et al.* 1997). A diferencia de la evaluación en un pastizal, donde el riego tuvo un efecto positivo en la riqueza de artrópodos, deduciendo que el agua podría ser un factor limitante para ellos. El riego aumentó la tasa de herbívoros, lo cual a su vez, incrementó la abundancia de sus depredadores, como las arañas (Andrey *et al.* 2014). Latha (2004), comparó tres niveles de irrigación en el cultivo de algodón en Texas (Estados Unidos): déficit severo (50%), déficit moderado (75%) y full irrigación (100%), y aunque el número de arañas no varió grandemente entre los tratamientos, halló que los promedios estacionales de arañas fueron mayores en el tratamiento al 100%. El autor afirmó que condiciones más húmedas favorecen poblaciones más altas de artrópodos depredadores, aunque no es el caso para todas las especies.

Un elemento importante que podría explicar los cambios en la población de arañas durante la floración y fructificación (bruscas disminuciones e incrementos de su densidad), durante la ejecución de los riegos y la aplicación del insecticida lufenuron, sería por cuestiones climáticas o variaciones estacionales, tal como detallaron Van den Berg *et al.* (1990), Almada *et al.* (2012), y Mahalakshmi y Jeyaparvathi (2014) en campos

de algodón en Sudáfrica, Argentina e India respectivamente, siendo el clima un factor importante en la abundancia de la población de arañas (Canard, 1990; Marc *et al.* 1999, Quevedo y Vasconcellos-Neto, 2003). Estas oscilaciones tan rápidas también podrían deberse a la migración de arañas de las cosechas de campos cercanos en búsqueda de nuevos nichos, como justificó Mahalakshmi y Jeyaparthi (2014), o a la migración de las arañas del bosque adyacente.

A la mitad del periodo de fructificación, en el mes de abril, las plantas comenzaron a secarse poco a poco (debido a la falta de riego, agoste de plantas), siendo entonces probablemente menos propicias para el desarrollo de las presas herbívoras de las arañas, y por ende, de las arañas, evidenciándose en la disminución de su densidad. Hacia el final del cultivo, la población de arañas siguió descendiendo conforme se fueron realizando los dos apañamientos o cosechas, esta disminución se debió probablemente por la interrupción y destrucción del hábitat de algodón por parte del personal para retirar las motas de algodón de las plantas.

La cosecha afecta negativamente la densidad de arañas en los campos agrícolas (Butt y Muhammad, 2012), obligándolas a su emigración (Marc *et al.* 1999; Liljestrom *et al.* 2002). Además, la senescencia de las plantas y la descomposición del material vegetal muerto, redujeron los sitios potenciales de hibernación en campos de soja (Turnbull, 1960; Duffey, 1962; Culin y Rust, 1980), generando que las arañas se muevan fuera de los cultivos en búsqueda de hábitats adecuados para su hibernación o estancia (Culin y Rust, 1980; Ferguson *et al.* 1984), como las áreas marginales con vegetación espontánea (Liljestrom *et al.* 2002). Estas áreas son más propicias para el desarrollo de las arañas por su permanente cobertura del suelo, la cual provee refugio, disponibilidad de presas y facilita la aireación y regulación de la temperatura ambiente. Son en estas regiones donde se realiza la colonización de las arañas hacia los cultivos,

por ello, su importancia ha sido destacada en el control biológico mediante técnicas de conservación de los enemigos naturales (Liljestrom *et al.* 2002).

En 1977, Aguilar concluyó que el manejo agronómico del cultivo de algodón peruano influyó negativamente a diversas familias de arañas. Las diferentes labores para iniciar una nueva campaña después de la cosecha, como los chapodos y la quema de rastros, también afectaron notablemente la población remanente de arañas. El efecto de las prácticas agronómicas, a su vez, estuvo relacionado a la estrategia de caza o gremios de arañas. A las familias cazadoras les afectó relativamente, siendo más negativa para las familias diurnas (Thomisidae, Salticidae) que las nocturnas (Anyphaenidae, Clubionidae). Y en el caso de las arañas tejedoras, el continuo pase del personal y máquinas entre surcos afectó la conservación de sus telas, y con ello, la notable disminución de las arañas tejedoras en el cultivo, especialmente para aquellas familias que tejen sus telas entre dos ramas de una misma planta o entre plantas distintas (Araneidae, Theridiidae y Tetragnathidae), y en menor medida aquellas que tejen sus telas en diversos órganos de la planta (Linyphiidae).

Los requisitos para el establecimiento de las arañas en el agroecosistema de algodón cumpliría con las siguientes características más importantes para las arañas en la selección de su hábitat: la estructura física del microhábitat, condiciones microclimáticas, competencia con otros depredadores y disponibilidad de presas (Marc *et al.* 1999; Arango *et al.* 2000; Sunderland y Samu, 2000; Quevedo y Vasconcellos-Neto, 2003). Las arañas permanecerán en el hábitat si les satisfacen todos los requerimientos de sus microhabitats, pero cuando uno de estos cuatro principales factores es modificado, la araña se moverá a otro lugar (Marc *et al.* 1999; Sunderland y Samu, 2000). Otros cambios están relacionados al ciclo biológico de la araña (Marc *et al.* 1999). Como los requerimientos del microhábitat varían entre especies y el óptimo microhábitat para una araña puede ser temporalmente variable de acuerdo a sus

necesidades de cambio, la provisión de un diverso rango de microhábitats dentro de una pequeña área (diversificación dentro de un hábitat) resultará en una mayor riqueza y abundancia de arañas en el hábitat (Sunderland y Samu, 2000). Otros elementos como la perturbación, las interacciones bióticas (atracción a la seda, evasión de la depredación) y las condiciones abióticas (acidez del suelo, humedad del suelo, contenido de materia orgánica) son también primordiales para las arañas (Sunderland y Samu, 2000; Quevedo y Vasconcellos-Neto, 2003; Seyfulina, 2005; Butt y Muhammad, 2012).

7. CONCLUSIONES

- El cultivo de algodón en La Molina posee una gran diversidad y abundancia de arañas, constituida por lo menos 50 especies, distribuidas en 18 familias.
- La familia más diversa fue Linyphiidae (8 especies) y la más abundante fue Thomisidae (938 individuos).
- La especie más abundante fue *Misumenops* sp.1 (Thomisidae) (93 individuos).
- El gremio más diverso fue el de las Tejedoras (20 especies y 7 familias) y el más abundante fue el de las Cazadoras al acecho (942 individuos).
- Las técnicas de búsqueda directa (manual y paraguas entomológico) y trampas de caída fueron eficientes para la evaluación de la araneofauna en el cultivo de algodón.
- La evaluación con trampas de caída capturó una mayor diversidad de arañas (36 especies y 15 familias).
- La búsqueda directa (manual y paraguas entomológico) registró una mayor abundancia de arañas (1857 individuos).
- En el estrato aéreo, la familia más abundante fue Thomisidae (912 individuos), la especie más abundante fue *Misumenops* sp. 1 (Thomisidae) (92 individuos) y el gremio más abundante fue el de las Cazadoras al acecho (916 individuos).
- En el estrato epígeo, la familia más abundante fue Lycosidae (149 individuos), la especie más abundante fue *Zelotes laetus* (Gnaphosidae) (55 individuos) y el

gremio más abundante fue el de las Cazadoras errantes terrestres (310 individuos).

- La densidad poblacional de arañas mantuvo un crecimiento fluctuante pero continuo en relación al progreso de la fenología del cultivo de algodón, disminuyendo hacia el final de éste.
- Las prácticas agronómicas afectaron en diversos grados la abundancia de arañas en el cultivo de algodón, siendo más dañinas el agoste de las plantas y la cosecha.
- El efecto de la aplicación de insecticidas hacia la araneofauna en el cultivo de algodón dependió del grado de selectividad del insecticida, siendo clorpirifos el más dañino (amplio espectro), y lufenuron relativamente seguro (alto grado de selectividad).

8. RECOMENDACIONES

- *Patrera* spn. (Anyphaenidae), registrado en esta investigación, ha sido corroborado por los especialistas como una nueva especie para el género a nivel mundial, lo cual enfatiza la importancia y la continuación de este tipo de estudio en los agroecosistemas, siendo hábitats usualmente estudiados y con menor diversidad que las áreas naturales, podemos seguir encontrando nuevas especies.
- Realizar estudios de araneofauna en los diversos campos agrícolas, por su importancia como enemigos naturales de las plagas, además de contribuir con su conocimiento, ya que son muy pocas las investigaciones sobre este tema en nuestro país.
- Complementar futuras investigaciones sobre el tema con la combinación de éstas y otras técnicas de muestreo, para una evaluación apropiada de la diversidad de la araneofauna.
- Evaluar la araneofauna de las áreas colindantes conjuntas al área de estudio del cultivo, por sus posibles influencias como refugio, hibernación y futura colonización de las arañas al campo agrícola.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agro Enfoque. 1998. Situación del algodón peruano: El informe Kletter (1ra. Parte). 97° Edición. Boletín informativo N° 37. 15-19.
- Aguilar M. 1993. Ocurrencia estacional de *Pebops* sp. (Lepidoptera: Cosmopterigidae) y sus controladores biológicos en el cultivo de camote en el valle de Cañete. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 124 pp.
- Aguilar P. 1965. Notas sobre las arañas en el campo cultivado. Revista peruana de Entomología. 8(1): 80-83.
- Aguilar P. 1968. Araneida frecuentes en el algodón. Revista peruana de Entomología. 11(1): 92-95.
- Aguilar P. 1974. Arañas del campo cultivado. I: Población de araneidos en algodones de Cañete, Huaura y Rímac. Revista peruana de Entomología. 17(1): 21-27.
- Aguilar P. 1975. Arañas del campo cultivado. II: Fluctuación de las familias de araneidos en algodones de la costa central. Revista peruana de Entomología. 18(1): 25-28.
- Aguilar P. 1976. Arañas del campo cultivado. III: Araneidos en algodones del valle de Lurín. Revista peruana de Entomología. 19(1): 71-72.
- Aguilar P. 1977. Las arañas en el agroecosistema algodón de la costa peruana. Anales científicos Universidad Nacional Agraria La Molina. 15(1-4): 108-121.

- Aguilar P. 1978. Arañas del campo cultivado. IV: Población de araneidos del algodnero en Chillón y Chancay – Huaral. Revista peruana de Entomología. 21(1): 39-41.
- Aguilar P. 1979a. Arañas del campo cultivado. VI: Observaciones en algodnales de la costa norte del Perú. Revista peruana de Entomología. 22(1): 71-73.
- Aguilar P. 1979b. Artrópodos epígeos del campo cultivado. I: Estudio preliminar en el algodnero de Cañete. Revista peruana de Entomología. 22(1): 87-90.
- Aguilar P. 1988. Las arañas como controladores de plagas insectiles en la agricultura peruana. Revista peruana de Entomología. 31: 1-8.
- Aguilar P. & G. Guérovich. 1978. Arañas del campo cultivado. V: Frecuencia de araneidos en algodnales de Mala, Asia y Chilca. Revista peruana de Entomología. 21(1): 42-45.
- Aguilar P. & J. Lamas. 1980. El cultivo del algodnero. Revista peruana de Entomología. 23(1): 91-97.
- Aguilar P., V. Pacheco & T. Silva. 1986. Fauna desértico-costeira peruana. VIII: arañas de las lomas Zapallal, Lima. Revista peruana de Entomología. 29: 99-103.
- Aguilar P., J. Salazar & E. Núñez. 1980. El cultivo del olivo. Revista peruana de Entomología. 23(1): 100-102.
- Almada M., M. Sosa & S. González. 2012. Araneofauna (Arachnida: Araneae) en cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum*) transgénicos y convencionales en el norte de Santa Fe, Argentina. Revista de Biología Tropical. 60(2): 611-623.

- Álvarez E., E. Machado, C. Azevedo & M. De-Maria. 2004. Composition of the spider assemblage in an urban forest reserve in southeastern Brazil and evaluation of a two sampling method protocols of species richness estimates. *Revista Ibérica de Aracnología*. 10: 185-194.
- Amalin D., J. Pena, S. Yu & R. McSorley. 2000. Selective toxicity of some pesticides to *Hibana velox* (Araneae: Anyphaenidae), a predator of citrus leafminer. *Florida Entomologist*. 83: 254-262.
- Amalin D., J. Pena, R. McSorley, H. Browning & J. Crane. 2001. Comparison of different sampling methods and effects of pesticide application on spider populations in lime orchards in South Florida. *Environmental Entomology*. 30: 1021-1027.
- Andrey A., J. Humbert, C. Pernollet & R. Arlettaz. 2014. Experimental evidence for the immediate impact of fertilization and irrigation upon the plant and invertebrate communities of mountain grasslands. *Ecology and Evolution*. 4(12): 2610-2623.
- Angulo M. 2004. Análisis del cluster textil en el Perú. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.
- Arango A., V. Rico-Gray & V. Parra-Tabla. 2000. Population structure, seasonality, and habitat use by the green lynx spider *Peucetia viridans* (Oxiopidae) inhabiting *Cnidoscolus aconitifolius* (Euphorbiaceae). *Journal of Arachnology*. 28:185-194.
- Armendano A. & A. González. 2011. Spider fauna associated with wheat crops and adjacent habitats in Buenos Aires, Argentina. *Revista mexicana de biodiversidad*. 82: 1176-1182.

- Avalos G., M. Bar, E. Oscherov & A. González. 2013. Diversidad de Araneae en cultivos de *Citrus sinensis* (Rutaceae) de la Provincia de Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical*. 61(3): 1243-1260.
- Azevedo C., E. Machado, E. Álvares & M. Demaria. 2002. Comparison of spider soil communities in six differing habitats in the ecological station of Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil. *Bios*. 10: 47-53.
- Barrantes G. & J. Weng. 2007. Natural history, courtship, feeding behaviour and parasites of *Theridion evexum* (Araneae: Theridiidae). *The Bulletin of the British Arachnological Society*. 14(2): 61–65.
- Barron M. & K. Woodburn. 1995. Ecotoxicology of chlorpyrifos. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 144: 1–93.
- Basurto A. 1993. El cultivo del algodón “Tangüis” en el Perú. Manual técnico. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 101 p.
- Beingolea O. 1959. Notas sobre la bionómica de arañas e insectos benéficos que ocurren en el cultivo de Algodón. *Revista peruana de Entomología*. 2(1): 36-44.
- Beingolea O. 1962. Factores ecológicos y poblaciones del gusano de la hoja del algodón, *Anomis texana* Riley (Lep: Noctuidae). *Revista peruana de Entomología*. 5(1): 39-77.
- Beingolea O. 1993. Ejemplos de control biológico y manejo integrado de plagas de frutales en el Perú. *Revista peruana de Entomología*. 36: 1-4.

- Beingolea R. 1991. Ocurrencia estacional de *Empoasca fabalis* De Long (Hom.: Cicadellidae), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hom.: Aphididae) y sus controladores biológicos en el cultivo de camote en el valle de Cañete. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 127 pp.
- Benamú M. 1999. Estudio preliminar de la araneofauna presente en mandarina cultivada en Vitarte, Lima, Perú. *Revista peruana de Entomología*. 41: 154-157.
- Benamú M. 2001. Observaciones sobre 'crianza', liberación y distribución de arañas en un huerto de manzano del valle de Mala, Lima, Perú. *Revista peruana de Entomología*. 42: 211-217.
- Benamú M. & P. Aguilar. 2001. Araneofauna presente en huertos de manzano del valle de Mala, Lima, Perú. *Revista peruana de Entomología*. 42: 199-210.
- Blest A. 1983. Ultrastructure of secondary retinae of primitive and advanced jumping spiders (Araneae: Salticidae). *Zoomorphology*. 102: 125-141.
- Bogya S. 1999. Spiders (Araneae) as polyphagous natural enemies in orchards. Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad de Wageningen. Wageningen-Países bajos.
- Bonaldo A. 2000. Taxonomia da subfamília Corinninae (Araneae, Corinnidae) nas regiões neotropical e neártica. *Iheringia Série Zoologia*. 89: 3-148.

- Bonaldo A. & A. Brescovit. 1992. As aranhas do gênero *Cheiracanthium* C.L. Koch, 1839 na região neotropical (Araneae, Clubionidae). *Revista Brasileira de Entomologia*. 36(4): 731-740.
- Borges S. & A. Brescovit. 1996. Inventário preliminar da aracnofauna (Araneae) de duas localidades na Amazônia Ocidental. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, série Zoologia*. 12: 9-21.
- Brechbühl R., C. Kropf & S. Bacher. 2010. Impact of flower-dwelling crab spiders on plant-pollinator mutualisms. *Basic and Applied Ecology*. 11: 76-82.
- Breene R., D. Dean, M. Nyffeler. & G. Edwards. 1993. Biology, predation ecology, and significance of spiders in Texas cotton ecosystems with a key to the species. The Texas Agricultural Experiment Station. The Texas A&M University System. 115 p.
- Brenes E., F. Cilloniz, K. Madrigal & F. Pérez. 2001. El cluster del algodón en Perú: Diagnóstico competitivo y recomendaciones estratégicas. Proyecto Andino de Competitividad. INCAE. 108 p.
- Brennan K., J. Majer & M. Moir. 2005. Refining sampling protocols for inventorying invertebrate biodiversity: influence of drift-fence length and pitfall trap diameter on spiders. *Journal of Arachnology*. 33(3): 681-702.
- Brennan K., J. Majer & N. Reygaert. 1999. Determination of an optimal pitfall trap size for sampling spiders in a Western Australian Jarrah forest. *Journal of Insect Conservation*. 3: 297-307.

- Brescovit A. 1992. Revisão das aranhas neotropicais do gênero *Anyphaenoides* Berland, 1913 (Araneae, Anyphaenidae). Revista Brasileira de Entomologia. 36(4): 741-757.
- Brescovit A. 1993. Revisão do grupo *prospera* do gênero *Aysa* Keyserling, 1891 na Região Neotropical (Araneae, Anyphaenidae). Iheringia. 72: 23-104.
- Brescovit A. 1996. Revisão de Anyphaeninae Bertkau a nível de gêneros na Região Neotropical (Araneae, Anyphaenidae). Revista Brasileira de Zoologia. 13(1): 1-187.
- Bristowe W. 1941. The community of spiders. Ray Society. Vol. 2.
- Bristowe W. 1971. The world of spider. Collins New naturalist, London. 304 p.
- Butt A. & S. Muhammad. 2012. Effect of different agricultural practices on spiders and their prey populations in small wheat fields. Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science. 62: 374-382.
- Canard A. 1982. Utilisation comparee de quelques methodes d'échantillonnage pour l'étude de la distribution des araignees en landes. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. 88: 84-94.
- Castro M. 2010. Las arañas lobo en Uruguay: taxonomía y distribución (Araneae, Lycosidae). Tesina para optar el título de Licenciado en Ciencias Biológicas. Universidad de la República. Montevideo-Uruguay.

- Centro de Comercio Internacional (CCI). 2007. Guía del exportador de algodón. <<http://www.intracen.org/guia-del-algodon-home/>>. (acceso 26/05/2013).
- Churchill T. 1993. Effects of sampling method on composition of a Tasmanian coastal heathland spider assemblage. *Memoirs of the Queensland Museum*. 33 (2): 475-481.
- Churchill T. & M. Arthur. 1999. Measuring spider richness: effects of different sampling methods and spatial and temporal scales. *Journal of Insect Conservation*. 3: 287-295.
- Cisneros F. 1992. El manejo integrado de plagas. Guía de investigación CIP 7. Centro Internacional de la Papa. Lima-Perú. 38 pp.
- Coddington J., L. Young & F. Coyle. 1996. Estimating spider species richness in a southern Appalachian cove hardwood forest. *Journal of Arachnology*. 24: 111-128.
- Coddington J., C. Griswold, D. Silva, E. Peñaranda & S. Larcher. 1991. Designing and testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems. En: Dudley, E. (ed.). *The Unity of Evolutionary Biology: Proceedings of the Fourth International Congress of Systematic and Evolutionary Biology*. Dioscorides Press. Portland. 1: 44-60.
- Collins J., D. Jennings, H. & Jr. Forsythe. 1996. Effects of cultural practices on the spider (Araneae) fauna of lowbush blueberry fields in Washington County, Maine. *Journal of Arachnology*. 24(1): 43-57.

- Colwell R. & J. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B. 345: 101-118.
- Corseuil E., A. Brescovit & M. Heineck. 1994a. Aranhas associadas à cultura da soja em Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul. *Biociências*. 2(1): 95-105.
- Corseuil E., M. De Paula & A. Brescovit. 1994b. Aranhas associadas a uma lavoura de arroz irrigado no município de Itaqui, Rio Grande do Sul. *Biociências*. 2(2): 49-56.
- Cronquist A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants.
- Cueva M. 1980. *Diatraea saccharalis* (Fab.) y sus factores bióticos de mortalidad natural durante el periodo vegetativo de la caña de azúcar. Revista peruana de Entomología. 23(1): 77-81.
- Culin J. & R. Rust. 1980. Comparison of the ground surface and foliage dwelling spider communities in a soybean habitat. *Environmental Entomology*. 9(5): 577-582.
- Curtis D. 1980. Pitfalls in spider community studies (Arachnida: Araneae). *Journal of Arachnology*. 8: 271-280.
- Dean D., W. Sterling & N. Horner. 1982. Spiders in eastern Texas cotton fields. *Journal of Arachnology*. 10: 251-260.
- Debach P. & D. Rosen. 1991. Biological control by natural enemies. Cambridge University Press. Cambridge. 2nd ed. 440 pp.

- Desuky W., E. El-Khayat, M. Azab & M. Khedr. 2012. The influence of some insect growth regulators and bio-insecticides against cotton leafworm and some associated predators under field conditions. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 90(1): 31-53.
- Deza M. 2009. Variación de la araneofauna en las épocas seca y lluviosa en tres tipos de hábitat en la cuenca del río Los Amigos - Madre de Dios. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 110 pp.
- Dippenaar-Schoeman A. 1983. The spider genera *Misumena*, *Misumenops*, *Runcinia* and *Thomisus* (Araneae: Thomisidae) of southern Africa. *Entomology Memoir Department of Agricultural Technical Services Republic of South Africa*. 55: 69 pp.
- Dippenaar-Schoeman A., A.M. Van Den Berg & A. Van Den Berg. 1999. Spiders in south african cotton fields: species diversity and abundance (Arachnida: Araneae). *African Plant Protection*. 5(2): 93-103.
- Dippenaar-Schoeman A., A.M. Van Den Berg & A. Van Den Berg. 2001. Salticid spiders in macadamia orchards in the Mpumalanga Lowveld of South Africa (Arachnida: Araneae). *African Plant Protection*. 7(1): 47-51.
- Dobyns J. 1997. Effects of sampling intensity on the collection of spider (Araneae) species and the estimation of species richness. *Pest Management and Sampling*. 26(2): 150-162.

- Dodson G., A. Anderson. & L. Stellwag. 2015. Movement, sex ratio and population density in a dwarf male spider species, *Misumenoides formosipes* (Araneae: Thomisidae). *Journal of Arachnology*. 43: 388-393.
- Duffey E. 1962. A population study of spiders in Limestone Grassland. *Journal of Animal Ecology*. 31: 571-599.
- Dupérré N. 2013. Taxonomic revision of the spider genera *Agyneta* and *Tennesseeillum* (Araneae, Linyphiidae) of North America north of Mexico with a study of the embolic division within Micronetinae *sensu* Saaristo & Tanasevitch 1996. *Zootaxa*. 3674(1): 001-189.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2009. Fibras naturales: Algodón. <<http://www.naturalfibres2009.org/es/fibras/algodon.html>>. (acceso 26/05/2013).
- Ferenc S., K. Sunderland & C. Szinetár. 1999. Scale-dependent dispersal and distribution patterns of spiders in agricultural systems: a review. *Journal of Arachnology*. 27: 325-332.
- Ferguson H., R. McPherson & W. Allen. 1984. Ground- and foliage-dwelling spiders in four soybean cropping systems. *Environmental Entomology*. 13(4): 975-980.
- Fountain M., V. Brown, A. Gange, W. Symondson & P. Murray. 2007. The effects of the insecticide chlorpyrifos on spider and Collembola communities. *Pedobiologia*. 51: 147-158.

- García U. 1983. Ocurrencia, abundancia relativa e importancia de insectos y otros artrópodos en el Crisantemo. *Revista peruana de Entomología*. 26(1): 31-39.
- Gardiner M., D. Landis, C. Gratton, N. Schmidt, M. O' Neal, E. Mueller, J. Chacon & G. Heimpel. 2010. Landscape composition influences the activity density of Carabidae and Arachnida in soybean fields. *Biological Control*. 55: 11-19.
- Gaston, K. 1996. Biodiversity. A biology of numbers and difference. Blackwell Science.
- Gertsch W. 1967. The spider genus *Loxosceles* in South America (Araneae, Scytodidae). *American Museum of Natural History*. 136(3): 117-174.
- Ghavami S., M. Taghizadeh, G. Amin & Z. Karimian. 2007. Spider (Order Araneae) fauna of cotton fields in Iran. *Journal of Applied Biological Sciences*. 1(2): 07-11.
- Gomez L. & E. Florez. 2005. Estudio comparativo de las comunidades de arañas (Araneae) en cultivares de algodón convencional y transgénico en el Departamento del Tolima, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*. 10: 79.
- González P. 1962. Plagas del algodón en el valle de Tambo e irrigación. *Revista peruana de Entomología*. 5(1): 84-90.
- Gotelli N. & R. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*. 4: 379-391.
- Gravena S. & H. Dacunha. 1991. Predation of cotton leafworm first instar larvae, *Alabama argillacea* (Lep: Noctuidae). *Entomophaga*. 36(4): 481-491.

- Green J. 1999. Sampling method and time determines composition of spider collections. *Journal of Arachnology*. 27: 176-182.
- Greenslade P. 1964. Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). *Journal of Animal Ecology*. 33: 301-310.
- Greenstone M. 2001. Spiders in wheat: first quantitative data for North America. *BioControl*. 46(4): 439-454.
- Gunnarsson B. & A. Andersson. 1996. Sex ratio variation in sheet-web spiders: options for female control? *Proceedings of the Royal Society of London B*. 263: 1177-1182.
- Halley J., C. Thomas & P. Jepson. 1996. A model for the spatial dynamics of Linyphiid spiders in farmland. *Journal of Applied Ecology*. 33: 471-492.
- Herrera, J. 1961. Problemas entomológicos en el cultivo de los algodones Tangüis y Pima en el Perú. Medidas de control y su organización. *Revista peruana de Entomología Agrícola*. 4(1): 58-66.
- Herrera, J. 1963. Investigaciones sobre las chinches del género *Rhinacloa* (Hemiptera: Miridae) controladores importantes del *Heliothis virescens* en el algodón. *Revista peruana de Entomología*. 8(1): 44-60.
- Herrera, J. 1987. Importancia del control biológico en el cultivo del algodón. *Revista peruana de Entomología*. 30: 25-28.

- Herrera, J. 2010. Primera experiencia a nivel mundial del Manejo Integrado de Plagas: el caso del algodón en el Perú. *Revista peruana de Entomología*. 46(1): 1-8.
- Herrera J. & F. Alvarez. 1979. El control biológico de *Bucculatrix thurberiella* Busck (Lepidoptera: Lyonettidae) en Piura y Chira. *Revista peruana de Entomología*. 22(1): 37-41.
- Hill D. & D. Richman. 2009. The evolution of jumping spiders (Araneae: Salticidae): a review. *Peckhamia* 75.1. 1-7.
- Höfer H., A. Brescovit, J. Adis & W. Paarmann. 1994. The spider fauna of neotropical tree canopies in Central Amazonia: first results. *Stud. Neotrop. Fauna & Environment*. 29(1): 23-32.
- Horvath R., T. Magura, G. Peter & K. Bayar. 2000. Edge effect on weevil and spider communities at the Bükk National Park in Hungary. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 46(4): 275-290.
- Howell J. & Pienkowski, R. 1971. Spider populations in alfalfa, with notes on spider prey and effect of harvest. *Journal of Economic Entomology*. 64: 163-168.
- Hoyle P. 1961. *Pococera atramentalis* Led, (Perforador del ápice de la bellota del algodón) y la reglamentación del cultivo del maíz. *Revista peruana de Entomología*. 4(1): 78-81.
- Javadi I., R. Uaie & J. Massua. 1999. The use of insect growth regulators for the control of insect pests of cotton. *International Journal of Pest Management*. 45(4): 245-247.

- Javier G. & T. Peralta. 1975. Tendencia del control biológico en tres sistemas de cultivo de maíz 'choclo'. *Revista peruana de Entomología*. 18(1): 72-76.
- Jiménez M., Y. Bizuet-Flores & P. Corcuera-Martínez. 2012. First record of *Trachyzelotes lyonneti* (Audouin, 1826) (Araneae: Gnaphosidae) for Mexico. *Revista Ibérica de Aracnología*. 21: 145-146.
- Jiménez-Valverde A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8: 151-161.
- Jiménez-Valverde A. & J. Lobo. 2004. Determining a combined sampling procedure for a reliable estimation of Araneidae and Thomisidae assemblages (Arachnida: Araneae). *Journal of Arachnology*. en prensa.
- Jiménez-Valverde A. & J. Lobo. 2007. Determinants of local spider (Araneidae and Thomisidae) species richness on a regional scale: climate and altitude vs. Habitat structure. *Ecological Entomology*. 32: 113-122.
- Jocqué R. 1991. A generic revision of the spider family Zodariidae (Araneae). *American Museum of Natural History*. 201: 1-160.
- Jocqué R. & A. Dippenaar-Schoeman. 2006. Spider families of the world. *Royal Museum for Central Africa*. 336 p.
- Joyo G. 2011. Fluctuación poblacional de los insectos plaga y sus enemigos naturales en el cultivo de Vid, variedad Red Globe, en Chíncha. Tesis para optar el Grado

de Magister Scientiae en Entomología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 95 pp.

Jud P. & M. 2008. Schmidt-Entling. Fluid type, dilution, and bitter agent influence spider preservation in pitfall traps. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 129: 356-359.

Jumping spiders (Arachnida: Araneae: Salticidae) of the world. 2015. Worldwide database of jumping spiders (Arachnida, Araneae, Salticidae). <www.jumping-spiders.com>. (acceso 21/08/2015).

Khuhro R., A. Ghafoor, A. Mahmood, M. Khan, S. Andleeb, M. Bukhari, I. Maqsood, M. Shahjahan & N. Baloch. 2012. Impact of temperature and relative humidity of population abundance of predatory spiders in cotton fields. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 22(3): 649-652.

Korytkowski CH. 1981. Complejo *Heliothis*. Estado actual del conocimiento sobre el 'perforador grande de la bellota' con especial énfasis al departamento de Lambayeque. Fundación para el Desarrollo Algodonero. Lima. Boletín técnico N° 2.

Lamas G., R. Robbins & D. Harvey. 1991. A preliminary survey of the butterfly fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Perú, with an estimate of its species richness. *Publicaciones del Museo de Historia Natural. UNMSM (A)*. 40: 1-19.

La Revista Agraria. 2009. El algodón peruano desaparece de los campos. (103): 2. <<http://www.larevistaagraria.info/sites/default/files/revista/r-agra103/LRA103-02.pdf>>. (acceso 26 /05/2013).

- Latha P. 2004. Effect of irrigation regimes on crop phenology and arthropod populations in Texas high plains cotton. Tesis para optar el Grado de Maestría en Ciencias. Universidad de Texas Tech. Texas-Estados Unidos. 96 pp.
- Lehtinen P. 2003. Taxonomic notes on the Misumenini (Araneae: Thomisidae: Thomisinae), primarily from the Palaearctic and Oriental regions. *European Arachnology*. 1: 147-184.
- Lehtinen P. & Y. Marusik. 2008. A redefinition of *Misumenops* F.O. Pickard-Cambridge, 1900 (Araneae, Thomisidae) and review of the new world species. *Bulletin of British Arachnology Society*. 14(4): 173-198.
- Leigh T. & R. Hunter. 1969. Predaceous spiders in California cotton. *California Agriculture*. 23: 4-5.
- Le Sar C. & J. Unzicker. 1978. Soybean spiders: species composition, population densities, and vertical distribution. *Illinois Natural History Surveys - Biol. Notes* 107: 3-14.
- Levi H. 1954. The spider genus *Theridula* in North and Central America and the West Indies (Araneae: Theridiidae). *Transactions of the American Microscopical Society*. 73(4): 331-343.
- Levi H. 1959. The spider genera *Achaeearanea*, *Theridion* and *Sphyrotinus* from Mexico, Central America and West Indies (Araneae, Theridiidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard*. 121: 57-215.

- Levi H. 1963. American spiders of the genus *Theridion* (Araneae, Theridiidae). Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard. 129(10): 481-589.
- Levi H. & L. Levi. 1962. The genera of the spider family Theridiidae. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard. 127(1): 1-71.
- Levy G. & P. Amitai. 1982. The cobweb spider genus *Steatoda* (Araneae, Theridiidae) of Israel and Sinai. Zoologica Scripta. 11(1): 13-30.
- Li D. & R. Jackson. 1996. How temperature affects development and reproduction in spiders: a review. Journal of thermal Biology. 21(4): 245-274.
- Liljesthröm G., E. Minervino, D. Castro & A. Gonzalez. 2002. La comunidad de arañas para el cultivo de soja en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Neotropical Entomology. 31(2): 197-210.
- Lobatón M. 1959. Equilibrio biológico de *Mescinia peruella* Schaus, en la zona baja del valle de Pisco, campaña 1958-59. Revista peruana de Entomología. 2(1): 113-115.
- Lopes E. & A. Brescovit. 2012. Linyphiid spiders of Peru: description of a new species, complementary descriptions and new distribution records (Araneae: Linyphiidae). Zootaxa. 3506: 77-86.
- Ludy C. & A. Lang. 2004. How to catch foliage-dwelling spiders (Araneae) in maize fields and their margins: a comparison of two sampling methods. Journal of Entomology and Nematology. 128(7): 501-509.

- Magurran A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. 179 p.
- Mahalakshmi R. & S. Jeyaparvathi. 2014. Diversity of spider fauna in the cotton field of Thailakulam, Virudhunagar district, Tamil Nadu, India. The Journal of Zoology Studies. 1(1): 12-18.
- Maloney D., F. Drummord & R. Alford. 2003. Spider predation in agroecosystems; can spiders effectively control pest populations? The University of Maine. Technical Bulletin 190. 32 p.
- Mamani D. 2009. Fluctuación poblacional de los principales insectos fitófagos y sus enemigos naturales en el cultivo de alcachofa en el valle de Ica. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae en Manejo Integrado de Plagas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 125 pp.
- Mansfield S., M. Dillon. & M. Whitehouse. 2006. Are arthropod communities in cotton really disrupted? An assessment of insecticide regimes and evaluation of the beneficial disruption index. Agriculture, Ecosystem and Environment. 113: 326-335.
- Mansour F. 1987. Spiders in sprayed and unsprayed cotton fields in Israel, their interactions with cotton pests and their importance as predators of the Egyptian cotton leaf worm, *Spodoptera littoralis*. Phytoparasitica. 15:31-41.
- Mansour F., D. Richman & W. Whitcomb. 1983. Spider management in agroecosystems: habitat manipulation. *Environmental Management*. 7(1): 43-49.

- Mansour F., D. Rosen & A. Shulov. 1980. A survey of spider populations (Araneae) in sprayed and unsprayed apple orchards in Israel and their ability to feed on larvae of *Spodoptera littoralis* (Boisd.). *Oecologia Applicata*. 1(2): 189-197.
- Marc, P. 1993. Intraspecific predation in *Clubiona corticalis* (Walckenaer, 1802) (Araneae, Clubionidae): a spider bred for its interest in biological control. *Memoirs of the Queensland Museum*. 33(2): 607-614.
- Marc P. & A. Canard. 1997. Maintaining spider biodiversity in agroecosystems as a tool in pest control. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 62: 229-235.
- Marc P., A. Canard & F. Ysnel. 1999. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 74: 229-273.
- Margalef R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*. 44: 21-35.
- Martín H. 1959. Algunos datos sobre parásitos y predadores del *Bucculatrix* en el valle del Chira. *Revista peruana de Entomología*. 2(1): 110-111.
- Martín H. 1960. Estudios sobre biología, hábitos de vida, ecología y control de *Bucculatrix* en el departamento de Piura. *Revista peruana de Entomología*. 3(1): 46-53.
- McCaffrey J., M. Parrella & R. Horsburgh. 1984. Evaluation of the limb-beating sampling method for estimating spider (Araneae) populations on apple trees. *Journal of Arachnology*. 11: 363-368.

- McGregor S. 1976. Cotton. In insect pollination of cultivated crop plants. Agricultural Handbook. 496: 171-190.
- Melic A. 2000. *Theridula gonygaster* (Simon, 1873) en España (Araneae: Theridiidae). Revista Ibérica de Aracnología. 1: 49-50.
- Mello-Leitão. 1929. Apantochilidas e Thomisidas do Brasil. Archivos do Museu Nacional. 31: 1-359.
- Mendoza J. 1972. Influencia de los pesticidas sobre la fauna benéfica del arroz. Revista peruana de Entomología. 15(2): 370-372.
- Merrett P. & R. Snazell. 1983. A comparison of pitfall sampling and vacuum sampling for assessing spider faunas on heathland at Ashdown Forest, south east England. Bulletin of British Arachnology Society. 6: 1-13.
- Michalková V. & S. Pékar. 2009. How glyphosate altered the behaviour of agrobiont spiders (Araneae: Lycosidae) and beetles (Coleoptera: Carabidae). Biological Control. 51: 444-449.
- Millidge A. 1991. Further linyphiid spiders (Araneae) from South America. American Museum of Natural History. 205: 001-199.
- Minervino E. 1996. Estudio biológico y ecobiológico de arañas depredadoras de plagas de soja. Tesis para optar el Grado de Doctor. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires-Argentina.

- Ministerio de Agricultura. 2013. Algodón. <<http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/agricola/cultivos-de-importancia-nacional/algod%C3%B3n>>. (acceso 26/05/2013).
- Moreno C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza. Volumen 1. 84 pp.
- Muhammad H., R. Yaqoob, S. Naseem, S. Muhammad & K. Zahra. 2015. Effects of insecticides on predatory performance of spiders. *Biologia (Pakistan)*. 61(1): 127-131.
- Nyffeler M. 1982. Field studies on the ecological role of spiders as insect predators in agroecosystems (abandoned grassland, meadows, and cereal fields). Tesis para optar el grado de Ph.D. Swiss Fed. Inst. Tech. Zurich-Suiza.
- Nyffeler M. 2000. Do adult female lycosids feed during the period of maternal care? *Bulletin of British Arachnology Society*. 11(9): 388-390.
- Öberg S. & B. Ekbom. 2006. Recolonisation and distribution of spiders and carabids in cereal fields after spring sowing. *Annals of Applied Biology*. 149: 203-211.
- Öberg S., B. Ekbom & R. Bommarco. 2007. Influence of habitat type and surrounding landscape on spider diversity in Swedish agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 122: 211-219.
- Ortiz M. 2009. Algodón en peligro: caen los cultivos precipitadamente. *El Comercio*. Lima-Perú. <<http://m.elcomercio.pe/iphone/noticia/366452>>. (acceso 26/05/2013).

- Pekár S. 2002. Susceptibility of the spider *Theridion impressum* to 17 insecticides. *Journal of Pest Science*. 75: 51-55.
- Pekár S. 2012. Spiders (Araneae) in the pesticide world: an ecotoxicological review. *Pest Management Science*.
- Peralta T. 1981. Control integrado de las plagas del maíz en el valle del Mantaro – Perú. *Revista peruana de Entomología*. 24(1): 113-116.
- Peralta T. 1987. Plagas del maíz y su control en el valle del Mantaro, Perú. *Revista peruana de Entomología*. 28: 53-54.
- Pérez D. 1996. Las arañas (Arachnida: Araneae) como controladores biológicos en camote (*Ipomoea batatas* Lam.) cultivado en la costa central. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 119 pp.
- Pérez-Guerrero S., R. Tamajón, H. Aldebis & E. Vargas-Osuna. 2009. Comunidad de arañas en cultivos de algodón ecológico en el sur de España. *Revista colombiana de Entomología*. 35(2): 168-172.
- Plagens M. 1983. Population of *Misumenops* (Araneae, Thomisidae) in two Arizona cotton fields. *Environmental Entomology*. 12(2): 572-575.
- Platnick N. & C. Ewing. 1995. A revision of the Tracheline spiders (Araneae, Corinnidae) of southern South America. *American Museum of Natural History*. 3128: 1-41.

- Platnick N. & J. Murphy. 1987. Studies on malagasy spiders, 3. The Zelotine Gnaphosidae (Araneae, Gnaphosoidea), with a review of the genus *Camillina*. American Museum of Natural History. 2874: 1-33.
- Platnick N. & M. Shadab. 1982. A revision of the american spiders of the genus *Camillina* (Araneae, Gnaphosidae). *American Museum of Natural History*. 2748: 1-38.
- Platnick N. & M. Shadab. 1983. A revision of the american spiders of the genus *Zelotes* (Araneae, Gnaphosidae). *American Museum of Natural History*. 174(2): 97-192.
- Pluess T., I. Opatovsky, E. Gavish-Regev, Y. Lubin & M. Schmidt-Entling. 2010. Non-crop habitats in the landscape enhance spider diversity in wheat fields of a desert agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 137: 68-74.
- Post, W. & S. Riechert. 1977. Initial investigation into the structure of spider communities. *Journal of Animal Ecology*. 46: 729-749.
- Prasifka J., M. Lopez, R. Hellmich. L. Lewis & G. Dively. 2007. Comparison of pitfall traps and litter bags for sampling ground-dwelling arthropods. *Journal of Applied Entomology*. 131(2): 115-120.
- PRÓSZYNSKI J. 2009. A monograph of the Salticidae (Araneae) of the World. Warsaw-Poland. 3668 p.
- Quevedo G. & J. Vasconcellos-Neto. 2003. Natural history of *Misumenops argenteus* (Thomisidae): seasonality and diet on *Trichogoniopsis adenantha* (Asteraceae). *Journal of Arachnology*. 31: 297-304.

- Rajput S., R. Dino, S. Ali, T. Ahmed & M. Shahid. 2012. Effects of pesticide on population reduction of spiders and sucking pests in cotton crop. Pakistan Journal of Entomology Karachi. 27(2): 99-104.
- Ramírez M. 2003. The spider subfamily Amaurobioidinae (Araneae: Anyphaenidae): a phylogenetic revision at the generic level. Bulletin of the American Museum of Natural History. 277. 262 pp.
- Richmann D. & R. Jackson. 1992. A review of the ethology of jumping spiders (Araneae, Salticidae). Bulletin of British Arachnology Society. 9: 33-37.
- Riechert S. & T. Lockley. 1984. Spiders as biological control agent. Annual Review of Entomology. 29: 299-320.
- Robles S. 2002. Evaluación de predadores de suelo en los cultivos de camote (*Ipomoea batatas* L.) y papa (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia de Cañete, Lima-Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 138 pp.
- Rodrigues E., S. Mendonça & R. Ott. 2009. Spider diversity in a rice agroecosystem and adjacent areas in southern Brazil. Revista colombiana de Entomología. 35(1): 89-97.
- Rondón S. 1999. Artrópodos del suelo en los cultivos de camote y algodón en la costa central del Perú. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae en Entomología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

- Rondón S. & C. Vergara. 2004. Diversidad de artrópodos del suelo en cuatro cultivares de camote *Ipomoea batatas* (L.) Lam. (Convolvulaceae) en el valle de Cañete, Lima, Perú. *Revista peruana de Entomología*. 44: 73-80.
- Root R. 1967. The exploitation pattern of the blue-grey gnatcatcher. *Ecological Monographs*. 37: 317-350.
- Salazar B. 2012. Algodón-textil-confecciones: la cadena que se rompió. *La Revista Agraria*. (141): 4-5.
<<http://www.larevistaagraria.org/sites/default/files//revista/LRA141/Algodon%20textil%20confecciones.pdf>>. (acceso 26/05/2013).
- Salazar J. 1959. Dos insectos observados atacando al arroz en el valle de Jequetepeque: *Orthezia graminis* Tinsley (Orthezin.) y *Nyctelius nyctelius* (Latr.) (Hesperid.). *Revista peruana de Entomología*. 2(1): 77-81.
- Samu F. & G. Lövei. 1995. Species richness of a spider community (Araneae): extrapolation from simulated increasing sampling effort. *European Journal of Entomology*. 92: 633-638.
- Sánchez G. & F. Cisneros. 1981. Ocurrencia estacional de plagas del maíz en la costa central del Perú y sus enemigos naturales. *Revista peruana de Entomología*. 24(1): 39-54.
- Sánchez G. & I. Redolfi. 1988. Cuatro microlepidópteros plagas del camote y sus controladores biológicos en Rímac y Cañete, 1986. *Revista peruana de Entomología*. 31: 113-116.

- Sánchez G. & J. Sarmiento. 2002. Plagas del cultivo de algodón. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Entomología. Lima-Perú. 187 pp.
- Sánchez G. & C. Vergara. 1995. Fluctuación poblacional de cuatro plagas y sus controladores biológicos en algodón cultivado en Cañete, 1989-1990. Revista peruana de Entomología. 38: 101-103.
- Santos A. & A. Brescovit. 2003. A revision of the neotropical species of the lynx spider genus *Peucetia* Thorell 1869 (Araneae: Oxyopidae). Insect Systematics and Evolution. 34(1): 95-116.
- Sarmiento J. 1978. Las plagas del maíz. MINAG. Universidad Nacional Agraria La Molina. Universidad de California. Agencia para el desarrollo internacional. Tomo 111. 12 pp.
- Sarmiento J. 1981. Las plagas del maíz. Universidad Nacional Agraria La Molina. Mimeografiado. 17 pp.
- Sarmiento M. 1992. Plagas del cultivo del algodón. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Entomología. Lima-Perú. 238 p.
- Schmidt M. & T. Tscharntke. 2005a. Landscape context of sheetweb spider (Araneae: Linyphiidae) abundance in cereal fields. Journal of Biogeography. 32: 467-473.
- Schmidt M. & T. Tscharntke. 2005b. The role of perennial habitats for Central European farmland spiders. Agriculture, Ecosystems and Environment. 105: 235-242.

- Schuller S. & G. Sánchez. 2003a. Los artrópodos del suelo depredadores en agroecosistemas de maíz en el valle de Chancay, Lima, Perú. *Revista peruana de Entomología*. 43: 47-57.
- Schuller S. & G. Sánchez. 2003b. Los artrópodos del suelo depredadores en agroecosistemas de tomate en el valle de Chancay, Lima, Perú. *Revista peruana de Entomología*. 43: 59-68.
- Sechser B., S. Ayoub & N. Monuir. 2001. Selectivity of Lufenuron (Match), Profenofos and mixtures of both versus cotton predators. *Pesticides and Beneficial Organisms*. 24(4): 121-137.
- Seyfulina R. 2005. Microhabitat effect on spider distribution in winter wheat agroecosystem (Araneae). En Deltshve, C. y Stoev, P. Eds. 22nd European Colloquium of Arachnology. Blagoevgrad-Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*. 1: 161-172.
- Silva D. & J. Coddington. 1996. Spiders of Pakitza (Madre de Dios, Perú): Species Richness and Notes on Community Structure. En: WILSON, D. y SANDOVAL, A. (eds.). *The Biodiversity of Southeastern Peru*, Smithsonian Institution. Washington. 253-311.
- Simó M., R. Seguí & F. Pérez-Miles. 2002. The copulatory organs of the cryptic species *Lycosa thorelli* and *Lycosa carbonelli* and their hybrid progeny, with notes on their taxonomy (Araneae, Lycosidae). *Journal of Arachnology*. 30: 140-145.

- Simó M., M. Fátima, C. Jorge, M. Castro, M. Alves & A. Laborda. 2013. Habitat, redescription and distribution of *Latrodectus geometricus* in Uruguay (Araneae: Theridiidae). *Biota Neotropica*. 13(1): 371-375.
- Slowik J. & P. 2007. Cushing. Redescription of *Hogna coloradensis* (Banks 1894) from the southwestern United States (Araneae, Lycosidae). *Journal of Arachnology*. 35: 46-53.
- Smith C. & J. Pontius. 2006. Jackknife estimator of species richness with S-Plus. *Journal of Statistical Software*. 15(3): 1-12.
- Soberón J. & J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*. 7:480-488.
- Socho N. 1967. *Rice leafhoppers*. The major insect pest of the rice plant. IRRI. U.S.A. 518-519. 729 pp.
- Solanki R. & D. Kumar. 2014. Effect of pesticides on spider population in cotton agro-system of Vadodara (Gujarat). *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. 3(1): 48-52.
- Sørensen L. 2004. Composition and diversity of the spider fauna in the canopy of a montane forest in Tanzania. *Biodiversity and Conservation*. 13: 437-452.
- Srikanth J., S. Easwaramoorthy, N. Kurup & G. Santhalakshmi. 1997. Spider abundance in sugarcane: impact of cultural practices, irrigation and post-harvest trash burning. *Biological Agriculture & Horticulture*. 14: 343-356.

- Sunderland K. & F. Samu. 2000. Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 95: 1-13.
- Szathmary K. 1999. Spiders (Araneae) collected with Berlesse- sampler by the Hungarian Soil Zoological Expedition in Ecuador, 1988. *Opuscula Zoologica Budapest*. 31: 103-111.
- Thompson J. 1994. King of fibers. *National Geographic Magazine's*.
- Thorbek P. 2003. Spatio-temporal population dynamics of agrobiont linyphiid spiders. Tesis para optar el Grado de PhD. Universidad de Aarhus. Ronde-Dinamarca. 128 pp.
- Topping C. & M. Luff. 1995. Three factors affecting the pitfall trap catch of linyphiid spiders (Araneae: Linyphiidae). *Bulletin of British Arachnology Society*. 10: 35-38.
- Topping C. & K. Sunderland. 1992. Limitations to the use of pitfall traps in ecological studies exemplified by a study of spiders in a field of winter wheat. *Journal of Applied Ecology*. 29(2): 485-491.
- Tuni C. & R. Berger-Tal. 2012. High mortality and female-biased operational sex ratio result in low encounter rates and moderate polyandry in a spider. *Biological Journal of the Linnean Society*. 107: 910-919.
- Turnbull A. 1960. The spider population of a stand of Oak (*Quercus robur* L) in Wytham Woods, Berks., England. *The Canadian Entomologist*. 92: 110-24.

- Ubick D., P. Paquin, P. Cushing & V. Roth. 2005. Spiders of North America. An identification manual. American Arachnological Society. 377 p.
- Uetz G. 1977. Coexistence in a guild of wandering spiders. *Journal of Animal Ecology*. 46: 531-541.
- Uetz G. & J. Unzicker. 1976. Pitfall trapping in ecological studies of wandering spiders. *Journal of Arachnology*. 3: 101-111.
- Uetz G., J. Halaj & A. Cady. 1999. Guild structure of spiders in major crops. *Journal of Arachnology*. 27: 270-280.
- Urones C. & A. Puerto. 1988. Ecological study of the Clubionoidea and Thomisoidea (Araneae) in the Spanish Central System. *Revue Arachnologique*. 8: 1-32.
- Van Den Berg A. 1989. An investigation into the effects of two commonly used pesticides on spider mite predator populations in cotton with special reference to spiders. Tesis para optar el Grado de Magister. Universidad Rand Afrikaans. Johannesburg-Sudáfrica.
- Van Den Berg A. & A. Dippenaar-schoeman. 1991. Spiders, predacious insects and mites on South African cotton. *Phytophylaetica*. 23: 85-86.
- Van Den Berg A., A. Dippenaar-schoeman & H. Schoonbee. 1990. The effect of two pesticides on spiders in South Africa cotton fields. *Phytophylactica*. 22: 435-441.
- Vanthournout B., J. Swaegers & F. Hendrickx. 2011. Spiders do not escape reproductive manipulations by *Wolbachia*. *BMC Evolutionary Biology*. 11: 15.

- Velapatiño J. 1996. Algunos lepidópteros del camote y sus enemigos naturales en los valles Cañete y Rímac. *Revista peruana de Entomología*. 39: 111-117.
- Velapatiño J. 1997. Algunos artrópodos presentes en el suelo del área agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina. *Revista peruana de Entomología*. 40: 89-90.
- Veramendi T. & S. Lam. 2011. Manejo integrado del algodonoero. Guía técnica. Piura-Perú. 36pp.
- Vijaykumar P. 2004. Spider fauna of paddy ecosystem in selected áreas of Tungabhadra Project in Karnataka. *Journal of Agricultural Sciences*. 17(3): 584-585.
- Wade M., B. Scholz, R. Lloyd., A. Cleary, B. Franzmann & M. Zalucki. 2006. Temporal variation in arthropod sampling effectiveness: the case for using the beat sheet method in cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 120: 139-153.
- Wardle D. 1995. Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Advances in Ecological Research*. 26: 105-185.
- Wille J. 1952. *Entomología agrícola del Perú*. Junta de Sanidad Vegetal. Lima-Perú. 2da ed. 543 p.
- Winder L., J. Holland, J. Perry, C. Woolley & C. Alexander. 2001. The use of barrier-connected pitfall trapping for sampling predatory beetles and spiders. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 98:249-258.

- Work T., C. Buddle, L. Korinus & J. Spence. 2002. Pitfall trap size and capture of three taxa of litter-dwelling arthropods: implications for biodiversity studies. *Environmental Entomology*. 31(3): 438-448.
- World Spider Catalog. 2017. Natural History Museum Bern. Versión 17. <<http://wsc.nmbe.ch>>. (acceso 14/02/2017).
- Yábar E. 1980. Insecticidas contra el 'medidor del frijol' (*Pseudopplusia includens*) y su efecto sobre la población de arañas. *Revista peruana de Entomología*. 23(1): 149-150.
- Yábar E. & I. Tisac. 1988. Artrópodos predadores asociados al maíz en el valle Urubamba, Cusco. *Revista peruana de Entomología*. 31: 143-146.
- Yeargan K. & C. Dondale. 1974. The spider fauna of alfalfa fieles in northern California. *Annals of the Entomological Society of America*. 67: 681-682.
- Yoshida H. 2001. The spider genera *Robertus*, *Enoplognatha*, *Steatoda* and *Crustulina* (Araneae, Theridiidae) from Japan. *Acta Arachnologica*. 50(1): 31-48.
- Young O. & G. Edwards. 1990. Spiders in United States field crops and their potential effect of crop pests. *Journal of Arachnology*. 18: 1-27.
- Zhao J. 1984. Species distribution and population fluctuation of predacious spiders in cotton fields in China. *Natural enemies of insects*. 6: 1-12.
- Zhao J. 1993. Spiders in the cotton fields in China. Wuhan Publishing House. Wuhan-China. 552pp.

10. ANEXOS

Anexo 1

Manejo agronómico del cultivo de algodón durante la campaña 2013-2014, en La Molina – Lima

Prácticas agronómicas y aplicación de insecticidas	Fecha o periodo
Siembra	21/10/14 – 30/10/14
Aplicación de Clorpirifos (fosforado), contra gusanos de tierra	08/11/2013
Desahije (dejando sólo dos plantas por punto)	16/12/2013
Fertilización	02/01/2014
Primer riego (por gravedad)	30/01/2014
Aplicación de Match (inhibidor de síntesis de quitina), contra <i>Heliothis virescens</i>	06/02/2014
Segundo riego (por gravedad)	11/03/2014
Tercer riego (por gravedad)	27/03/2014
Cosecha	18/06/2014 – 12/07/2014

Anexo 2

Campo de algodón evaluado durante la campaña 2013-2014, en La Molina – Lima



Anexo 3

Técnicas aplicadas de evaluación de arañas en el cultivo de algodón durante la campaña 2013-2014, en La Molina – Lima



Búsqueda directa, manual (izquierda) y con paraguas entomológico (derecha)



Trampas de caída

Anexo 4

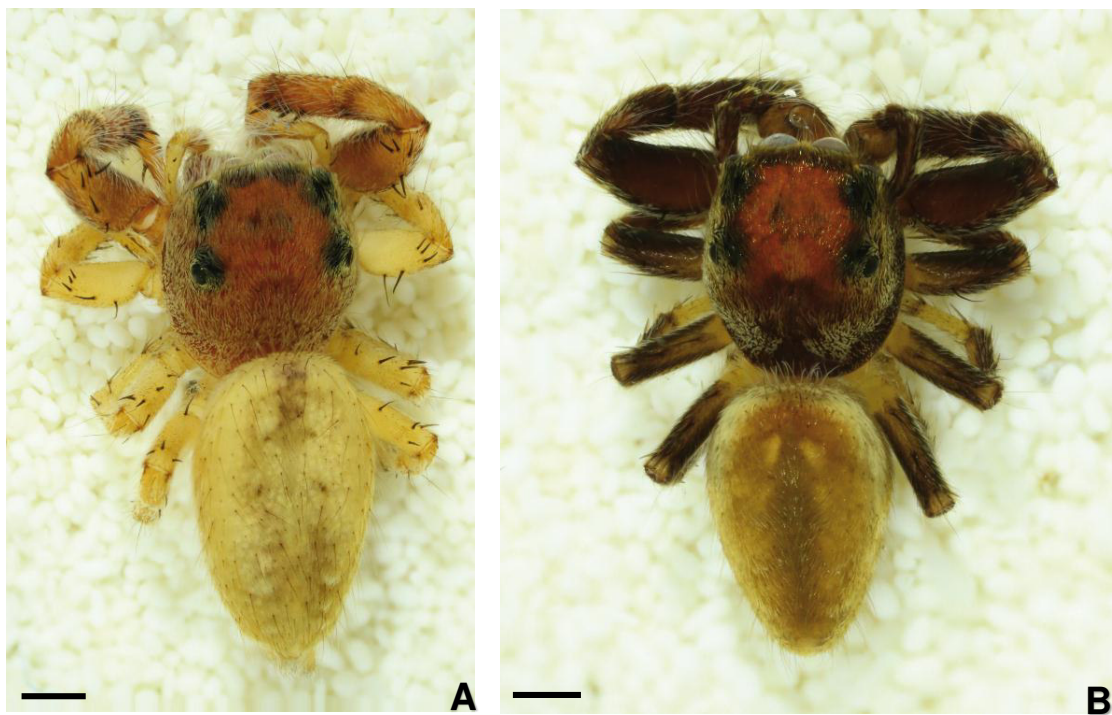
Algunas especies de arañas registradas en la evaluación del cultivo de algodón durante la campaña 2013-2014, en La Molina – Lima



Anyphaenoides octodentata (Anyphaenidae), vista dorsal del habitus, A: hembra, B: macho. Escala: 0.5 mm.



Cheiracanthium inclusum (Eutichuridae), vista dorsal del habitus del macho. Escala: 1 mm.



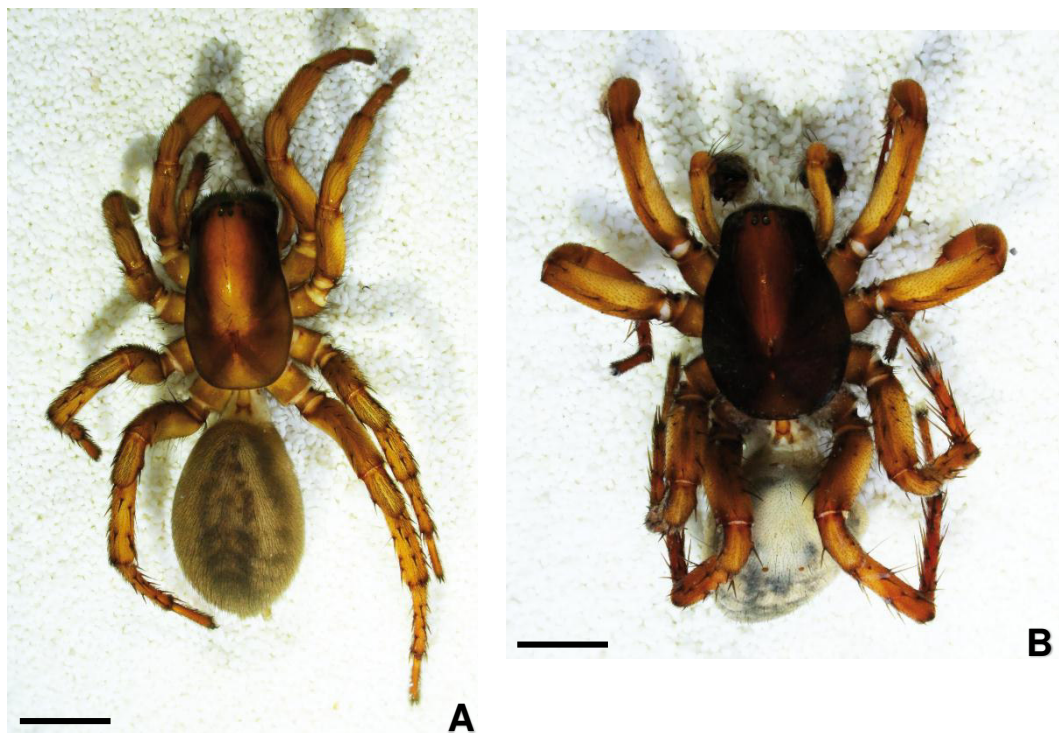
Coryphasia sp. (Salticidae), vista dorsal del habitus, A: hembra, B: macho.
Escala: 0.5 mm.



Lycosidae; A: *Hogna* sp., vista dorsal del habitus de la hembra;
B: Lycosidae cf. *Hogna*, vista dorsal del habitus del macho. Escala: 2 mm.



Linyphiidae; A: Linyphiidae sp. 1, vista dorsal del habitus de la hembra;
B: Linyphiidae cf. *Agyneta*, vista dorsal del habitus del macho. Escala: 0.5 mm.



Zodariidae sp. 1, vista dorsal del habitus, A: hembra, B: macho. Escala: 2 mm.